COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'application d'un double miroir plan à la mesure précise des distances des astres;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Dans une Communication antérieure nous avons développé la théorie du système optique formé par un double miroir plan taillé sur un bloc de verre unique en forme de prisme, et installé devant l'objectif d'un équatorial. Nous avons expliqué la marche à suivre pour installer l'appareil, c'est-à-dire pour obtenir un parallélisme approché entre l'axe de figure du prisme, son axe de rotation et l'axe optique de la lunette. L'instrument ainsi réglé jouit, au point de vue de la mesure des distances, de propriétés remarquables déjà indiquées par M. Lœwy dans un Mémoire antérieur. Nous nous proposons ici de reprendre, en la complétant, la démonstration de ces propriétés, et d'en déduire une méthode pratique d'observation. On

verra qu'une opération préliminaire, n'exigeant qu'une ou deux minutes de temps, permet de réduire à moins d'un centième de seconde d'arc l'erreur due à une installation défectueuse.

» Supposons qu'il s'agisse d'évaluer la distance de deux étoiles séparées dans le ciel par une distance angulaire à peu près égale au double de l'angle dièdre des deux miroirs. Nous désignerons par 2ε cet angle dièdre, par $4\varepsilon + \delta$ la distance vraie des deux étoiles. Pour abréger le langage, nous appellerons : *plan des étoiles* le plan déterminé par les rayons visuels qui vont à ces deux étoiles, *plan des normales* un plan perpendiculaire à l'intersection des deux faces du prisme, et passant par l'axe de figure.

» Quelles que soient les erreurs instrumentales, on peut évidemment concevoir que l'axe de figure ait été dirigé sur le point milieu du grand cercle de la sphère céleste qui joint les deux étoiles, et que le plan des normales ait été amené en coïncidence avec le plan des étoiles. S'il en est ainsi, les étoiles apparaîtront dans le champ de la lunette séparées par la distance δ. La mesure ainsi faite est indépendante de toutes les constantes instrumentales, ainsi que du mouvement diurne.

» En réalité, par suite de l'incertitude qui existe sur les constantes instrumentales, on doit prévoir que le plan des normales n'aura pas été mis en coïncidence rigoureuse avec le plan des étoiles; par suite, les images ne s'y trouveront pas comprises. La projection de la distance des images sur la trace du plan des étoiles jouira encore de la propriété d'être indépendante du mouvement diurne. Nous allons établir l'expression analytique de cette projection, ainsi que des distances des images au plan des étoiles, et en déduire la solution des problèmes suivants :

» 1° *Déterminer à quelle distance de la trace du plan des étoiles on peut mesurer la distance des images sans qu'il en résulte d'erreur sensible, la limite de l'erreur tolérée étant, par exemple, un centième de seconde d'arc. S'il y a lieu, évaluer la différence entre la distance réellement mesurée et la distance* δ *que l'on aurait trouvée avec une orientation rigoureuse.*

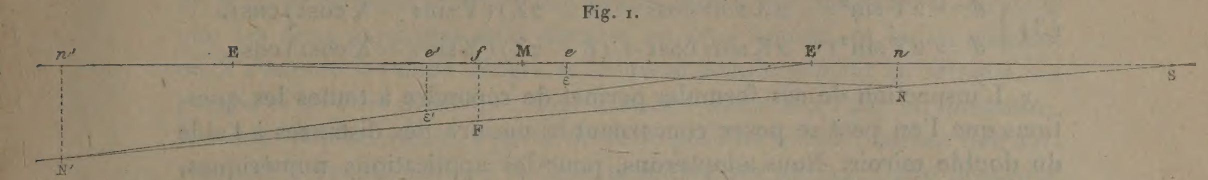
» 2° *Trouver dans le champ la situation de la trace vraie, ou évaluer sa distance à la trace adoptée.*

» 3° *Déterminer l'amplitude extrême des erreurs de calage de la lunette et du prisme qui produisent un déplacement des images de nature à vicier les mesures. En se conformant à certaines règles que nous indiquerons, on sera certain que ces limites ne sont point dépassées et que, par suite, la mesure est absolument exacte.*

» 4° *Évaluer l'erreur qui peut être tolérée sur l'orientation du micromètre et donner le moyen de la rectifier, s'il est nécessaire.*

» Figurons en EE′ (*fig.* 1) les positions des deux étoiles, en M le point milieu de EE′, en N, N′ les traces des normales aux deux faces du prisme

Fig. 1.



sur la sphère céleste, en F la trace de l'axe de figure, qui est le milieu de NN′, en f la projection de F sur la sphère céleste. Posons, comme précédemment,

$$\mathrm{ME} = \mathrm{ME}' = 2\varepsilon + \frac{\delta}{2}, \qquad \mathrm{FN} = \mathrm{FN}' = 90^\circ - \varepsilon$$

et, de plus,

$$\mathrm{M}f = \mathrm{Z}, \qquad f\mathrm{F} = \mathrm{Y}, \qquad f\mathrm{FN} = 90^\circ - \mathrm{X};$$

Y, Z seront les erreurs de calage relatives à l'axe de figure; X sera l'erreur d'orientation du prisme.

» Appelons ε, ε' les points de la sphère céleste d'où paraissent émaner les rayons réfléchis qui forment les images, e, e' les projections des points ε, ε' sur le grand cercle EE′.

» A l'aide de cette figure, en interprétant d'une manière convenable les rapports entre ces diverses grandeurs, il n'y a point de difficulté à obtenir l'expression rigoureuse des inconnues, sans radicaux ni ambiguïté de signe. Mais il est plus avantageux, au point de vue de l'interprétation des résultats, de considérer δ, X, Y, Z comme de petites quantités du premier ordre et de négliger dans l'expression des inconnues les termes d'ordre supérieur au second. On trouve ainsi, pour les distances Ee, E′e',

$$(1)\quad \begin{cases} \mathrm{E}e = 2\varepsilon + \delta - 2\mathrm{Z} - \mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \dfrac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \dfrac{\mathrm{Y}^2}{4}\sin 4\varepsilon - 2\mathrm{XY}\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon, \\ \mathrm{E}'e' = 2\varepsilon + \delta + 2\mathrm{Z} - \mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \dfrac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \dfrac{\mathrm{Y}^2}{4}\sin 4\varepsilon + 2\mathrm{XY}\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon. \end{cases}$$

» Il en résulte, pour la valeur D de la distance projetée sur le plan des étoiles,

$$(2)\qquad \mathrm{D} = ee' = \delta - 2\mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \frac{\mathrm{Y}^2}{2}\sin 4\varepsilon.$$

» On trouve de même, pour les distances des images à la trace du plan des étoiles,

$$(3)\quad \begin{cases} d = 2Y\sin^2\varepsilon - 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon + (\delta - 2Z)(Y\sin\varepsilon - X\cos\varepsilon)\cos\varepsilon, \\ d' = 2Y\sin^2\varepsilon + 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon + (\delta + 2Z)(Y\sin\varepsilon + X\cos\varepsilon)\cos\varepsilon. \end{cases}$$

» L'inspection de ces formules permet de répondre à toutes les questions que l'on peut se poser concernant la mesure des distances à l'aide du double miroir. Nous adopterons, pour les applications numériques, $\varepsilon = 22^\circ 30'$.

» De l'expression de D, il résulte que, si l'on oriente le fil du micromètre servant aux mesures perpendiculairement à la trace du plan des étoiles, l'erreur de calage Z, ne donnant lieu qu'à des termes du troisième ordre, n'aura aucun effet appréciable sur la distance projetée. Le terme en X^2 ne deviendra sensible que si l'erreur X commise sur l'orientation du prisme atteint 32″,2. Le terme en Y^2 pourra être négligé tant que la distance Y de l'axe de figure au plan des étoiles ne dépassera pas 64″,2.

» Or il est aisé de se convaincre qu'en appliquant le procédé d'orientation le plus convenable, on pourra toujours réduire X et Y à des valeurs moindres que les limites qui viennent de leur être assignées. Ce procédé repose sur la considération des déplacements imprimés aux deux images par un mouvement arbitraire du prisme autour de son axe de rotation.

» Si l'on supposait l'appareil rigoureusement orienté au début, et de plus l'axe de rotation du prisme en coïncidence avec l'axe de figure, l'effet du mouvement qui vient d'être indiqué sur les coordonnées s'obtiendrait en attribuant, dans les formules qui précèdent, à Y et Z la valeur o, et à X une valeur arbitraire quelconque. Dans ces conditions, on aura simplement

$$(4)\quad \begin{cases} d = y = 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon, & Ee - 2\varepsilon - \delta = x = -X^2\left(\sin 2\varepsilon + \dfrac{\sin 4\varepsilon}{4}\right), \\ d' = y' = -2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon, & E'e' - 2\varepsilon - \delta = x' = -X^2\left(\sin 2\varepsilon + \dfrac{\sin 4\varepsilon}{4}\right). \end{cases}$$

» Si l'on élimine X, on voit que les images décrivent sensiblement deux paraboles ayant pour axe commun la ligne qui joint leurs positions primitives. Elles peuvent être représentées l'une et l'autre par l'équation $y^2 = \frac{2\sin 2\varepsilon}{(2 + \cos 2\varepsilon)\sin 1''}\,x$. Ces paraboles ont une courbure très faible dans l'étendue du champ de la lunette. A une distance de l'axe égale à 30′ la flèche de la courbe atteint environ 45″.

» Les équations (4) montrent aussi que, pour une valeur arbitraire donnée à X, x et x' sont du second ordre : les valeurs de y et y' sont du premier ordre et sensiblement égales et de signe contraire. Il suit de là que les deux paraboles sont décrites en sens opposé, et qu'au moment où X s'annule les deux images se trouvent simultanément au sommet des paraboles qu'elles décrivent : leur distance passe alors par un minimum. Les deux déplacements, à partir de cette position initiale, auront lieu suivant une perpendiculaire à la ligne primitive des images. Cette propriété est la base du procédé d'orientation que nous allons expliquer.

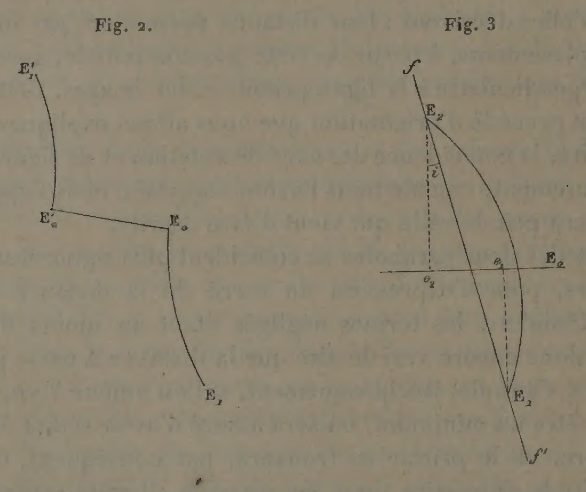
» En réalité, la coïncidence des axes de rotation et de figure n'aura pas lieu rigoureusement, comme nous l'avons supposé; mais l'apparence observée différera peu de celle qui vient d'être décrite.

» Les axes des deux paraboles ne coïncident plus rigoureusement; mais on a toujours, pour l'expression du carré de la distance des images, $\Delta^2 = \delta^2 + 4X^2 \sin^2 2\varepsilon$, les termes négligés étant au moins du troisième ordre. Il est donc encore vrai de dire que la distance Δ passe par un minimum quand X s'annule. Réciproquement, si l'on amène à vue la distance des images à être un minimum, on sera assuré d'avoir réduit X à quelques secondes d'arc, et le prisme se trouvera, par conséquent, orienté avec toute l'exactitude nécessaire pour les mesures. Il reste seulement à s'affranchir de l'erreur Y et à obtenir une orientation correcte pour le micromètre. Voici comment on y parviendra :

» Par un mouvement de rotation donné au prisme, on amène la distance $E_0 E'_0$ des images à être sensiblement un minimum. Partant de cette position, on attribue au prisme deux nouveaux mouvements de rotation x et $-x$, égaux et de sens contraires : leur amplitude commune reste arbitraire, mais il est avantageux, pour la précision du résultat, de la prendre aussi grande que le permet l'oculaire dont on fait usage. Les images décrivent, dans le champ, deux arcs de parabole $E_0 E_1$, $E'_0 E'_1$ de concavités opposées (*fig.* 2). Les deux paraboles empiètent l'une sur l'autre si δ est positif, c'est-à-dire si la distance angulaire des étoiles excède le double de l'angle du prisme. Elles sont complètement séparées dans le cas contraire, ainsi qu'il résulte des formules (1).

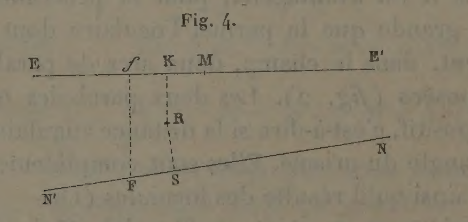
» On peut évidemment orienter le fil mobile ff' du micromètre, de telle façon que l'une des images vienne le rejoindre aux deux extrémités de l'arc total $E_1 E_2$ qu'elle a décrit dans le double mouvement du prisme. On détermine ainsi la direction d'une corde de la parabole, le point milieu E_0 de l'arc correspondant à la position initiale, où X a une valeur très petite

(*fig.* 3). Soient l la lecture correspondante du micromètre; l' la lecture donnée par l'opération analogue exécutée sur l'autre étoile. En amenant le cercle de position du micromètre à la moyenne $\frac{l+l'}{2}$ des lectures, on aura rendu le fil mobile perpendiculaire à la trace du plan des étoiles, et la



mesure de la distance effectuée dans ces conditions donnera la distance vraie δ, affectée uniquement de l'erreur $\frac{Y^2}{2}\sin 4\varepsilon$. Pour démontrer cette proposition, dans le cas général où l'on ne suppose pas les axes de rotation et de figure en coïncidence, il est nécessaire d'introduire deux paramètres propres à fixer la situation de l'axe autour duquel tourne le prisme.

» Soient (*fig.* 4) R la trace de cet axe sur la sphère céleste; M le point



milieu de l'arc de grand cercle EE', qui joint les deux étoiles; NN' la trace sur la sphère céleste du plan des normales; K et S les projections de R respectivement sur le plan des étoiles et des normales; F l'axe de figure; f sa projection sur le plan des étoiles. On posera, d'après ce qui précède,

$Mf = Z$, $fF = Y$, $fFN = 90° - X$. On aura de plus, pour les coordonnées de l'axe de figure, relativement à l'axe de rotation, $RS = r'$, $SF = r$, et, pour les coordonnées de l'axe de rotation par rapport au plan des étoiles, $MK = \rho$, $KR = \rho'$. Le théorème des projections donne, sans négliger aucun terme du second ordre,

$$Y = \rho' + r' \cos X + r \sin X, \qquad Z = \rho - r' \sin X + r \cos X.$$

» Le procédé d'orientation que nous venons d'expliquer revient à faire prendre successivement à X, à partir d'une valeur initiale X_0 très petite deux variations égales et de signes contraires $+x$ et $-x$. Entre ces deux limites, les variations correspondantes des éléments XYZ sont, au même degré d'approximation, $\Delta X = 2x$, $\Delta Y = 2rx$, $\Delta Z = -2r'x$. Les variations correspondantes de Ee et de d seront alors, d'après les équations (1) et (3),

$$\Delta Ee = e_1 e_2 = 4r'x - 4xY\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - 4X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right),$$
$$\Delta d = E_1 e_1 + E_2 e_2 = -4x\sin\varepsilon\cos\varepsilon + 4rx\sin^2\varepsilon - 2\delta x\cos^2\varepsilon.$$

» Dans cette dernière expression, nous négligerons le second ordre, ce qui est permis, puisque le procédé d'orientation, très suffisamment exact quand on a en vue la mesure des distances, n'est pas susceptible d'une précision absolue. On voit que la ligne E_1E_2, déterminée par le déplacement total de l'étoile E, s'écarte de la perpendiculaire au plan des étoiles d'un angle sensiblement égal à

$$i = \frac{Y\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - r' + X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» Un calcul tout semblable montre que la ligne qui joint les positions extrêmes de l'étoile E' est inclinée sur la perpendiculaire au plan des étoiles, en sens opposé, d'un angle égal à

$$i' = \frac{Y\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - r' - X_0\left(\sin^2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» Par conséquent, en appelant l_0 la lecture du micromètre qui répond à la direction perpendiculaire du plan des étoiles, on aura : $l = l_0 + i$,

$l' = l_0 - i'$, $l'_0 = \frac{l+l'}{2} - \frac{i-i'}{2}$, $\frac{l-l'}{2} = \frac{i+i'}{2}$ ou bien

$$l_0 = \frac{\frac{l+l'}{2} + X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» On voit qu'en adoptant pour l'orientation du micromètre la moyenne des résultats donnés par les deux étoiles, on commettra une erreur du même ordre que l'erreur X_0, que l'on a laissé subsister sur l'orientation du prisme. Or on a nécessairement réduit X_0 à quelques secondes d'arc quand on a amené, à la simple vue, les images à se trouver à leur plus courte distance. Un tel écart n'a aucune importance quand il s'agit de l'orientation du micromètre, qu'il suffit de connaître à 0°,1 près, et qui, d'ailleurs, n'est pas susceptible d'être déterminée avec une exactitude plus grande. On peut aller plus loin et faire servir l'opération qui vient d'être décrite à déterminer la correction qui doit être appliquée aux mesures de distance quand elles ne sont pas effectuées rigoureusement sur la trace du plan des étoiles. On a, en effet, d'après ce qui précède, pour l'inclinaison mutuelle des cordes joignant les positions extrêmes des étoiles E, E' : $d_0 = \frac{l-l'}{2}\tang\varepsilon$.

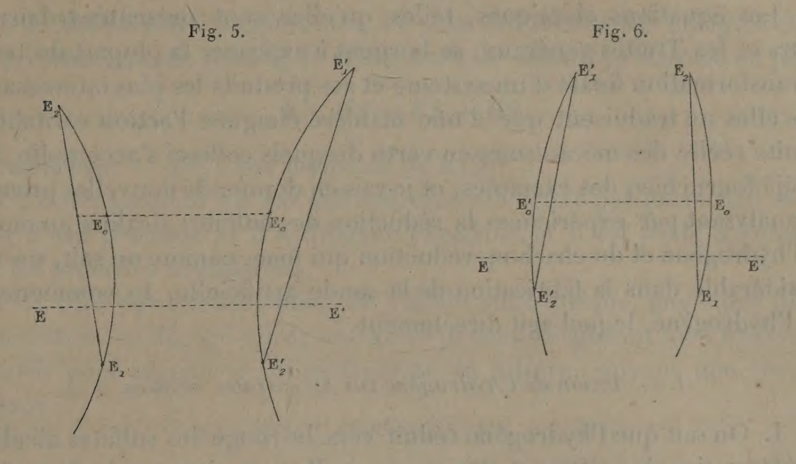
» Pour amener le plan des normales à coïncider avec le plan des étoiles, il faudrait imprimer à la lunette, dans le sens perpendiculaire au plan de réflexion, un déplacement angulaire égal à Y. Si l'on a auparavant amené un fil du micromètre sur la ligne des deux images, le déplacement réel de ce fil sera aussi Y. Par l'effet du même mouvement, les images, ainsi que l'indiquent les formules (3), se transportent l'une et l'autre de la quantité d_0 ou $2Y\sin^2\varepsilon$. Leur déplacement apparent, par rapport au fil du micromètre, sera donc : $p = Y - d_0 = Y\cos 2\varepsilon$ ou encore $p = \frac{l-l'}{2}\tang\varepsilon$.

» La petite Table ci-jointe donne, avec $l - l'$ pour argument, les valeurs de p et de $\frac{(l-l')^2\tang^2\varepsilon}{4\cot\tang 2\varepsilon\sin 1''}$.

$l-l'$.	D — δ.	p.	$l-l'$.	D — δ.	p.
0°,0	0″,000	0′,00	0°,2	0″,108	2′,54
0,1	0,027	1,27	0,3	0,243	3,82

» On connaîtra ainsi dans le champ la situation de la ligne sur laquelle doivent s'effectuer les mesures si l'on veut qu'elles soient affranchies de toute correction. Il reste à déterminer de quel côté se trouve cette ligne par

rapport à la trace primitivement adoptée. Si la distance des étoiles dans le ciel surpasse 4ε, on a la disposition indiquée dans la *fig.* 5, et la direction où l'on doit effectuer le déplacement apparent des images, direction inverse de celle du déplacement de la lunette, est celle où convergent les lignes E_1E_2, $E'_1E'_2$ obtenues par une rotation arbitraire du double miroir.



» Si la distance vraie des étoiles est inférieure à 4ε, les paraboles décrites par les deux étoiles ne se rencontrent plus. On a la disposition indiquée par la *fig.* 6. La direction où l'on doit effectuer le déplacement apparent des images est opposée à celle du point de convergence des lignes E_0E_1, $E'_0E'_1$. Dans tous les cas, si l'on a marché dans le sens voulu, la ligne des images se sera rapprochée de la trace EE' du plan des étoiles, et la différence des orientations se trouvera réduite. Avec quelques tâtonnements, on arrivera à rendre les orientations parallèles, et l'on se trouvera dès lors dans les conditions normales d'observation.

» On voit que le prisme ou double miroir constitue un instrument très précis et d'un emploi facile pour la mesure des distances. En dehors des recherches pour lesquelles il a été spécialement construit, il est appelé à rendre de grands services dans l'étude de toutes les causes qui peuvent affecter les situations relatives des étoiles. »

CHIMIE. — *Sur la réduction des sulfates alcalins par l'hydrogène et par le charbon;* par M. **Berthelot**.

« Les équations chimiques, telles qu'elles sont présentées dans les Cours et les Traités généraux, se bornent à exprimer la plupart du temps la transformation finale d'un système et ses produits les plus intéressants; mais elles ne traduisent que d'une manière éloignée l'action véritable et la suite réelle des mécanismes en vertu desquels celle-ci s'accomplit. J'en ai déjà fourni bien des exemples, et je vais en donner de nouvelles preuves, en analysant par expériences la réduction des sulfates alcalins au moyen de l'hydrogène et du charbon, réduction qui joue, comme on sait, un rôle considérable dans la fabrication de la soude artificielle. Je commencerai par l'hydrogène, lequel agit directement.

I. — *Action de l'hydrogène sur les sulfates alcalins.*

» 1. On sait que l'hydrogène réduit vers le rouge les sulfates alcalins, avec formation de sulfure et d'eau; ce que l'on exprime par la formule

$$SO^4K + 4H = KS + 4HO.$$

» J'ai reconnu que cette formule n'est pas exacte; car il se dégage toujours de l'hydrogène sulfuré, en même temps que l'eau, et le produit final contient de l'alcali caustique.

» La réaction véritable qui explique les phénomènes, leur développement initial et leurs phases successives, est la suivante :

$$2SO^4K + 8H = KO, HO + KS, HS + 6HO.$$

En d'autres termes, au début, il se forme à la fois un sulfhydrate de sulfure et un hydrate alcalin : le produit fixe formé tout d'abord contenant de l'hydrogène ; tandis que, d'après l'ancienne équation, il devrait en être exempt.

» Cette réaction primitive, conformément aux principes généraux de la Mécanique chimique, est exothermique; car elle dégage (l'eau étant gazeuse et les autres corps supposés solides) :

$$-(171,1\times 2=)342^{Cal},2+(104,3+62,9+59,2\times 3=)344^{Cal},8=+2^{Cal},6.$$

» 2. La transformation du sulfate de soude par l'hydrogène s'opère de la même manière et dégage $+ 9^{Cal}, 3$.

» Ajoutons enfin que la réaction de l'hydrogène sur les sulfates alcalins se développe à une température inférieure à celle du ramollissement du verre et voisine de 500°.

» 3. Mais à cette température, et sous l'influence des énergies calorifiques *étrangères au système*, le sulfhydrate de sulfure se dissocie en partie,

$$KS, HS = KS + HS,$$

en absorbant $- 9^{Cal}, 5$ par molécule de KHS^2.

» Le dégagement du gaz sulfhydrique est activé par le courant de vapeur d'eau produite et d'hydrogène excédant, et il est facile à constater par les procédés ordinaires.

» 4. Une portion seulement de l'acide sulfhydrique, engendré par la dissociation, se dégage ainsi; une autre portion réagissant sur l'hydrate de potasse pour régénérer du sulfhydrate de sulfure, suivant une réaction connue

$$KO, HO + 2HS = KS, HS + 2HO,$$

avec dégagement de $+ 12^{Cal}, 8$.

» 5. Le sulfhydrate continuant à se dissocier, cette réaction tendrait à changer finalement tout le métal alcalin en sulfure, si une partie de l'acide sulfhydrique n'avait pas été entraînée avant d'avoir eu le temps d'agir. Cette portion même est accrue, en raison de la circonstance suivante : le sulfure alcalin proprement dit est décomposé, d'autre part, par la vapeur d'eau, en reproduisant un hydrate alcalin et un sulfhydrate de sulfure, conformément à la réaction

$$2KS + 2HO = KS, HS + KO, HO,$$

laquelle donne lieu à un dégagement de $+ 5^{Cal}, 8$.

» 6. Entre ces réactions diverses, il se produit un certain équilibre : déterminé, comme toujours, par la présence d'un composé dissocié, le sulfhydrate de sulfure, et réglé, suivant les principes généraux de la Thermochimie, à la fois par la tendance des corps présents à réagir avec un dégagement de chaleur, dû à leurs énergies intérieures, et par la dissociation du sulfhydrate, laquelle absorbe la chaleur fournie par les énergies extérieures.

» 7. Cependant, le courant d'hydrogène entraîne à mesure l'eau produite et l'acide sulfhydrique résultant de la dissociation, jusqu'à ce que le

sulfate alcalin soit entièrement décomposé et le sulfhydrate de sulfure complètement dissocié. A ce moment, le dégagement de la vapeur d'eau et celui de l'acide sulfhydrique doivent cesser : c'est en effet ce que montre l'expérience.

» 8. L'état final est nécessairement un mélange de sulfure alcalin et d'hydrate de potasse, dont les proportions relatives dépendent des conditions qui ont présidé au contact plus ou moins prolongé de la vapeur d'eau et de l'acide sulfhydrique sur les matières.

» 9. Pour rendre compte de tous les phénomènes, il convient de dire encore quelques mots du polysulfure de potassium rouge, que renferment les produits. Ce polysulfure résulte de la dissociation de l'acide sulfhydrique, lequel est décomposé en partie par la chaleur en soufre et hydrogène, dans les conditions des expériences. La formation du soufre libre est facile à constater; car il se condense en nature dans la partie supérieure des vases et à l'entrée des tubes par où se dégage la vapeur d'eau. Une autre portion de ce soufre est retenue par le sulfure de potassium, auquel il s'unit avec dégagement de chaleur [1], en formant un polysulfure. Le sulfure de potassium ayant une tension de vapeur sensible, dès le rouge sombre, il s'en sublime même quelque trace, qui forme, en s'unissant à l'excès de soufre, un anneau rougeâtre à une certaine distance de la masse principale.

» On voit par cette analyse expérimentale quels sont les circonstances des observations et le mécanisme des phénomènes développés pendant la réduction des sulfates alcalins par l'hydrogène et comment ces phénomènes sont en conformité parfaite avec les théories thermochimiques.

II. — *Action du charbon sur les sulfates alcalins.*

» 1. Pour concevoir cette réaction, il convient de parler d'abord de celle qu'exerce l'*oxyde de carbone;* car la première s'y ramène.

» Entre l'oxyde de carbone, employé en excès, et le sulfate de potasse, la réaction est des plus simples : il se produit du sulfure de potassium et de l'acide carbonique

$$SO^4K + 4CO = KS + 4CO^2.$$

» Cette réaction dégage une quantité de chaleur très notable

$$-(171,1 + 13 \times 4 =)223,1 + (51,1 + 47,15 \times 4 =)239,7, \text{ soit } + 16^{Cal},6.$$

(1) $+ 6^{Cal},2$ pour $S + KS^3$.

» Avec le sulfate de soude et l'oxyde de carbone, on a la même réaction, et elle dégage : $+17^{Cal},6$.

» Mais ces réactions ne se développent qu'à une température beaucoup plus élevée que celle de l'hydrogène et qui atteint le rouge vif. Je n'ai pas réussi à les produire dans le verre, à cause de la fusion des vases.

» Dans un tube de porcelaine, le sulfate de soude, soit pur, soit mélangé de charbon calciné, et contenu dans une nacelle [1], commence à se décomposer, sous l'influence d'un courant d'oxyde de carbone, à une température un peu supérieure à celle de la fusion du verre, en dégageant de l'acide carbonique. La réaction est lente à cette température. Si l'on porte le tube au rouge vif, elle s'accélère. Au bout d'une heure, elle était complète, dans les conditions où j'opérais. Le sulfate de potasse, traité de la même manière par l'oxyde de carbone, soit seul, soit en présence du charbon calciné, résiste un peu davantage; il se décompose pourtant de même. Au bout d'une heure, il subsistait une dose notable de sulfate. Une partie du sulfure alcalin se volatilise et est entraînée dans le courant gazeux.

» 2. Venons à la *réaction du charbon sur les sulfates alcalins*, opérée avec des matériaux parfaitement secs et avec du charbon lavé aux acides, puis privé d'hydrogène par une calcination énergique. Cette réaction ainsi exécutée n'a pas lieu dans des vases de verre; aucun indice de dégagement gazeux ni de formation de sulfure n'ayant pu y être saisi, soit avec le sulfate mêlé de charbon, soit avec ce mélange additionné de carbonate de chaux sec. La réaction ne se développe, avec le charbon purifié, qu'à une température plus élevée et à peu près dans les mêmes conditions qu'avec l'oxyde de carbone, lorsqu'on opère dans des vases renfermant de l'air.

» Les produits sont d'ailleurs les mêmes; c'est-à-dire que le charbon en présence des sulfates, s'il n'est pas en grand excès, engendre surtout de l'acide carbonique, conformément aux observations de Unger et des autres chimistes. La même chose arrive aussi avec l'oxyde de carbone : ce qui explique pourquoi ce dernier n'apparaît guère dans les gaz formés par l'action du charbon ordinaire sur les sulfates alcalins; il ne saurait y subsister, à moins d'être entraîné à mesure.

» 3. Il m'a paru utile de répéter la réaction dans une atmosphère d'azote pur et sec, l'oxygène étant éliminé aussi complètement que possible par

---

(1) L'opération a été faite des deux manières; la seconde ayant été choisie, comme plus rapprochée des conditions de fabrication de la soude artificielle.

un courant préliminaire d'azote, prolongé pendant la première période de l'échauffement. J'opérais dans un tube de porcelaine, renfermant des nacelles chargées avec un mélange de charbon calciné et de sulfate alcalin anhydre, et chauffé aussi fortement que possible sur une rampe de becs de gaz. Dans ces conditions, la réduction des sulfates alcalins par le charbon est bien plus difficile que si l'on opère en présence d'un gaz carboné, tel que l'oxyde de carbone. Vers la température de la fusion du verre, dans les conditions où l'oxyde de carbone commence à produire un dégagement lent d'acide carbonique, les sulfates alcalins demeurent sans action sur le charbon. En élevant la température jusqu'au rouge vif, le sulfate de potasse n'a éprouvé, en une heure, qu'une trace de décomposition, et seulement au contact du vernis de la capsule de porcelaine, c'est-à-dire sous l'influence des silicates alcalins, qui ont éprouvé simultanément une altération profonde. Le sulfate de soude, après être demeuré près d'une demi-heure vers la même température sans réagir, a commencé à dégager lentement des gaz, mélange de 2 volumes d'acide carbonique et de 1 volume d'oxyde de carbone; au bout d'une heure, il n'y en avait pas plus d'un dixième de changé en sulfure : réaction lente attribuable soit à la formation d'une première trace d'oxyde de carbone, sous l'influence des silicates alcalins, également altérés dans cet essai, soit à un commencement de dissociation du sulfate de soude, accompli sous l'influence de la haute température de l'expérience. Si l'on élève davantage encore la température, la réaction s'accentue, surtout avec le sulfate de soude, qui est décidément plus altérable que le sulfate de potasse dans ces circonstances; probablement parce qu'il se dissocie plus aisément, en raison de sa moindre chaleur de formation.

» 4. La réaction industrielle, exécutée avec le charbon ordinaire et en présence de l'air, présente un tout autre caractère que les précédentes; mais elle s'exerce précisément dans les mêmes conditions que celle de l'oxyde de carbone : ce qui autorise à penser qu'elle n'en est pas distincte. En fait, il existe toujours, au premier moment de la réduction, quelque peu d'oxyde de carbone dans le système : cette trace étant produite soit par l'oxygène de l'air contenu dans les vases, soit par l'oxygène combiné au charbon, sinon par celui que fournissent les oxydes et alcalis des vases. Or la moindre trace d'oxyde de carbone suffit pour commencer la réaction et pour la propager, cet oxyde de carbone se multipliant indéfiniment par le cours même de la transformation. En effet, chaque équivalent

d'oxyde de carbone mis en jeu produit, comme il vient d'être dit, 1 équivalent d'acide carbonique; celui-ci, en présence du charbon en excès, tend à produire 2 équivalents d'oxyde de carbone, $CO^2 + C = 2CO$, suivant une réaction bien connue et dont le mécanisme se rattache à la dissociation ([1]), la chaleur absorbée étant empruntée aux énergies étrangères d'ordre calorifique. Ces 2 équivalents d'oxyde de carbone réagissent aussitôt sur le sulfate alcalin pour reproduire 2 équivalents d'acide carbonique, qui donnent à leur tour avec le charbon 4 équivalents d'oxyde de carbone, et ainsi de suite; la dose du gaz réducteur croissant suivant une progression indéfinie.

» La réaction schématique

$$SO^4K + 2C = KS + 2CO^2$$

exprime donc uniquement l'état final, mais non l'origine et la suite de la transformation, laquelle se rattache à l'oxyde de carbone et répond en réalité à l'équation suivante :

$$SO^4K + 4CO = KS + 4CO^2.$$

» Ainsi le carbone ne paraît pas exercer dans la réduction industrielle des sulfates d'action directe, pas plus que ne le fait en général, en Chimie, cet élément; ce qui paraît attribuable à son caractère exceptionnel de corps polymérisé.

» Pour réagir d'une façon régulière sur les sulfates alcalins, aussi bien que sur les oxydes métalliques, dans la cémentation par exemple, il faut que le carbone perde d'abord son état de condensation, en repassant par l'état d'un composé normal, renfermant un seul atome de carbone, tel que l'oxyde de carbone, à partir duquel les réactions se développent avec la même netteté typique qu'avec l'hydrogène.

» 5. Dans les conditions actuelles de la fabrication de la soude artificielle, la réduction du sulfate de soude est une conséquence des deux réactions fondamentales que je viens de développer; particulièrement lorsqu'elle est effectuée au moyen des fours tournants, sous l'influence de la flamme, dont les gaz sont produits au moyen de la houille, et par consé-

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 453.

quent riches à la fois en hydrogène, en carbures d'hydrogène et en oxyde de carbone; dans ces conditions, dis-je, la réduction du sulfate de soude se ramène très nettement à la réaction exothermique de l'oxyde de carbone et à celle de l'hydrogène. L'hydrogène agit même à une température plus basse, et, lui aussi, tend à se reproduire sans cesse aux dépens du charbon, présent en excès, et de la vapeur d'eau, développée par la réaction. Tous ces phénomènes tirent une nouvelle lumière des interprétations de la Thermochimie. De même que la plupart des réactions pyrogénées, ils résultent du concours de deux ordres de mécanismes, dans lesquels interviennent, d'un côté, les énergies intérieures des systèmes, conformément au principe du travail maximum, et, d'un autre côté, les énergies extérieures et calorifiques, conformément au principe de la dissociation. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Note de M.* **Bouchard** *accompagnant la présentation d'un Ouvrage qu'il vient de publier sur les « Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes ».*

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie des résumés d'expériences qui établissent, 1° que si l'on injecte à un animal sain les produits solubles d'un microbe pathogène, on produit chez lui un état du sang qui est bactéricide pour ce microbe et qui ne tient pas à la présence de ces produits solubles : car l'état microbicide, nul quand ces produits existent au maximum, augmente à mesure que les produits injectés s'éliminent par les urines et persiste longtemps après que l'élimination est complète. Mes expériences établissent que, 2° les microbes pathogènes sécrètent certaines substances qui, introduites dans la circulation générale, rendent impossible la diapédèse des globules blancs et, par conséquent, le phagocytisme. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hippopotames fossiles de l'Algérie;* par M. **A. Pomel.**

« Les recherches auxquelles je me livre depuis longtemps pour reconstituer les faunes de Vertébrés fossiles de l'Algérie m'ont fourni quelques

résultats intéressants, que je me propose de communiquer à l'Académie dans une série de Notes monographiques, dont le développement fera plus tard l'objet de publications iconographiques. La présente Note est relative au genre *Hippopotame*, qui a laissé des débris dans des dépôts appartenant à plusieurs horizons des formations quaternaires.

» *Hippopotamus hipponensis* Gaudry est l'espèce la plus ancienne; elle a fait, en 1876, l'objet d'une Communication de M. Gaudry à la Société géologique de France. Sa détermination reposait sur des dents isolées découvertes près de Duvivier, au sud de Bône, dans un terrain d'atterrissement considéré par M. Papier comme d'âge pliocène, que j'estimai alors comme plus probablement quaternaire. La présence en ce point de trois paires d'incisives inférieures donna lieu de penser que ces dents avaient toutes appartenu au même individu et que cet animal avait représenté en Afrique le type des espèces fossiles indiennes désignées sous le nom de *Hexaprotodon*.

» Je crois devoir rapporter à la même espèce des ossements remis au Service géologique algérien par M. Reuss, ingénieur des Ponts et Chaussées, et recueillis par M. Bernard, conducteur, dans les tranchées de la route de Saint-Arnaud à Beni-Fouda, ouvertes dans des couches quaternaires anciennes ou pléistocènes. La pièce la plus intéressante, quoique bien mutilée, est un fragment de mandibule qui montre la formule des incisives et canines. Un fragment de canine, conservé dans son alvéole, indique un plus grand diamètre de 55^{mm}; sa surface extérieure est simplement striée sans sillons; l'intérieure paraît vaguement cannelée sur la section de son émail. Il n'y a que deux alvéoles d'incisives pour un côté; l'alvéole extérieure a un diamètre de 18^{mm} et est circulaire, l'intérieure est elliptique et a 20^{mm} sur 25^{mm} de diamètre. L'extérieure est à 25^{mm} de la canine et à 20^{mm} de l'intérieure qui, elle-même, est séparée de son homologue opposée de 40^{mm}, et, dans ce grand intervalle, il n'y a aucune trace d'autre alvéole. Il me paraît difficile de douter que cet os ait appartenu à l'*Hippopotamus hipponensis;* l'ornement de la canine, les proportions des incisives, leurs dimensions, l'identité d'âge du gisement, tout concourt à l'affirmer. Les dents étudiées par M. Gaudry, quoique trouvées ensemble, ont dû appartenir à différents sujets. L'animal de la Seybouse et de Saint-Arnaud appartient certainement au type *Tetraprotodon*, c'est-à-dire à celui de l'espèce africaine typique. Il n'en constitue pas moins une espèce légitime, nettement caractérisée par les ornements de la canine, le peu de développement

et de différence de taille des incisives des deux paires et les grands intervalles qui les séparent.

» *Hippopotamus species* (?). — Il est indiqué par une canine inférieure de taille peu différente de celle de *Hippopotamus amphibius*, trouvée dans une fente ossifère des mines de Beni-Saf avec d'autres débris de chevaux, bœufs et antilopes. Cette dent, large de 70^{mm}, est cannelée d'une façon serrée et régulière (trois cannelures par centimètre), les côtes égalant les sillons et cela aussi bien sur la surface interne, qui ne montre aucune lacune, que sur la surface externe. La marge extérieure de la surface interne montre faiblement la disposition en chevron des nouvelles côtes; la partie supérieure non émaillée est trop altérée pour montrer son ornementation. Toutes ces cannelures se reproduisent sous l'émail sur les couches d'ivoire. C'est la seule pièce trouvée dans le gisement, dont l'âge reste très incertain.

» Toutefois on peut remarquer que ce gisement renferme d'autres espèces, dont une au moins, très caractérisée du groupe des Gazelles, a été retrouvée dans la grotte aujourd'hui disparue de la pointe Pescade, près d'Alger, et celle-ci paraît avoir eu des relations d'âge avec d'anciennes plages marines émergées, dans lesquelles on recueille assez souvent des molaires d'un Éléphant qui ne paraît pas différer de *E. mnaidriensis* Adam de l'île de Malte. D'un autre côté, entre Gouraya et Villebourg, des fentes osseuses renfermant des dents de ce même Éléphant ont fourni aux recherches de M. Durieux une mandibule d'un jeune Hippopotame, dont la dernière molaire de lait et la première molaire vraie ne présentent aucune particularité remarquable de structure, mais indiquent une taille qui le rapprochait plus de l'espèce vivante, et de celle dont il sera question dans la suite de cette Note, que de la race ou espèce *H. Pentlandi* de la même île de Malte. Il y a donc quelque probabilité que le gisement de Beni-Saf appartient à l'horizon stratigraphique des plages émergées qui suit immédiatement le pléistocène. J'ai la persuasion que cette canine indique une espèce nouvelle, mais je reconnais qu'il faudrait d'autres documents pour la caractériser et lui imposer une désignation quelconque.

» *Hippopotamus sirensis*. — Je m'étais abstenu jusqu'à présent de donner un nom à ce fossile, me contentant de le signaler comme rappelant, par la grosseur de ses canines, l'*Hippopotamus major*. Je suis maintenant en possession de nouvelles pièces qui me permettent de le caractériser spécifiquement. Les canines inférieures sont remarquables par la profondeur et la largeur de la grande gouttière lisse qui règne sur le milieu de leur face in-

terne. Le reste de cette surface est parcouru par un petit nombre de cannelures à fond plat finement strié, le plus souvent peu marquées, si ce n'est sur les dents les plus âgées; la surface externe est également très faiblement cannelée sur sa partie émaillée. Ces caractères sont très constants sur les nombreuses dents qui sont connues actuellement. Ces dents peuvent acquérir une très grande taille, allant jusqu'à 90^{mm} de plus grand diamètre et 700^{mm} de longueur en suivant leur pourtour extérieur. L'incisive interne est une grosse dent conique, superficiellement cannelée, dont la grosseur à la base peut atteindre 60^{mm} avec une longueur de près de 300^{mm}. La fréquence de ces dents dans le gisement, hors de proportion avec les autres pièces du squelette, semble indiquer qu'elles y étaient collectionnées par les hommes de l'époque pour servir d'armes et d'outils. Leur gisement constitue en effet une station préhistorique située dans la plaine d'Eghis sous Mascara, dans laquelle on trouve aussi des outils en grès du type chelléen, mêlés à des éclats de silex du type moustiérien, ainsi qu'une assez grande quantité de débris d'autres Vertébrés, sur lesquels j'ai publié diverses Notes.

» La pièce la plus caractéristique est un fragment de mandibule qui montre en place la canine et les deux incisives. La première de ces dents a 50^{mm} de plus grande largeur et indique un sujet adulte, quoique jeune. L'incisive externe, très courte, a 15^{mm} d'épaisseur et est séparée de la canine par un intervalle de 20^{mm}, intervalle qui est de 35^{mm} dans les *Hippopotamus amphibius* et *major*. Sa pointe est revêtue d'une couche d'émail prolongée en lobe arrondi sur les deux côtés, du reste comme dans *H. amphibius* et *hipponensis*, mais persistant bien plus longtemps que dans celui-là. L'incisive interne n'est séparée de la précédente que par une mince cloison alvéolaire; elle a, vers ce point, une épaisseur de 40^{mm} et s'atténue en longue pointe usée en biseau irrégulier. Une autre pièce d'un sujet de même taille, peut-être le même, portant l'incisive droite, indique un intervalle de 15^{mm} entre ces dents; c'est un peu comme dans *H. major*, mais moitié seulement de ce qui existe dans les diverses races de *H. amphibius*.

» Ce qui frappe dans cette disposition, c'est une sorte de concentration dans la partie terminale du système dentaire par le rapprochement des diverses dents, au contraire de ce qui a lieu chez *H. hipponensis*, et un développement plus considérable des incisives internes au contraire des externes sensiblement diminuées. Notre fossile avait le museau moins étalé que son congénère actuel; le bord incisif alvéolaire avait une étendue de

140^{mm}, au lieu de 160^{mm}, *H. major* ayant 180^{mm}. La largeur de la mâchoire, prise du bord alvéolaire d'une canine à l'autre, n'était que de 250^{mm} au lieu de 310^{mm} et de 373^{mm} que montrent les deux espèces comparées.

» Chez les Hippopotames, c'est cette partie antérieure du système dentaire qui paraît devoir fournir les meilleurs caractères de la différenciation, caractères qui se sérient depuis les espèces à trois paires d'incisives subégales jusqu'à celles qui n'en ont plus qu'une. Quel que soit le point de vue doctrinal auquel on se place au sujet de l'origine des espèces, il m'a semblé qu'on ne pouvait se dispenser de distinguer ce type dans la série comme espèce ou comme stade particulier d'évolution. Les os du squelette indiquent des proportions assez voisines de celles des grands Hippopotames vivants. Le nom est tiré du *Flumen Sira* des Romains, qui est l'Habra oued el Hamman des modernes, dans le bassin duquel se trouve le gisement.

» *Hippopotamus amphibius* (?). — J'inscris provisoirement sous ce nom des fragments de canine trouvés en compagnie de débris du *Bos* (*Bubalus*) *antiquus* Duvernoy, dans des alluvions récentes qui contiennent également, dans d'autres gisements voisins, des ossements de l'*Elephas africanus*. On ne saurait y trouver les éléments d'une détermination spécifique, et c'est seulement d'après cette association qu'on les a inscrits sous le nom de l'espèce vivante, afin de pouvoir signaler la présence d'un animal de ce genre en Algérie à la même époque.

» En résumé, le genre Hippopotame a été représenté en Algérie aux différentes phases de la période quaternaire, et ses types s'y sont succédé dans l'ordre où ils ont été décrits dans cette Note. Sur quatre espèces, deux sont certainement spéciales, une troisième l'est probablement aussi; la dernière est encore presque inconnue. »

M. Mascart présente à l'Académie les *Comptes rendus* du Congrès international des Électriciens et s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume renfermant les *Comptes rendus* du Congrès international des Électriciens, tenu l'année dernière à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle. Cette réunion comptait 450 membres appartenant à plus de 25 nationalités différentes. Le Congrès a pris quelques résolutions d'intérêt général que j'ai communiquées déjà à l'Académie. Le Volume actuel contient des Rapports préliminaires sur les questions les plus importantes par les savants les plus autorisés, les Procès-Verbaux détaillés des séances et plusieurs Mémoires

spéciaux d'un grand intérêt; il a été publié par les soins de M. Joubert, Rapporteur général du Congrès. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Lion soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Détermination de divers modes d'entraînement propres à réaliser d'une façon automatique, apériodique et continue, l'indication de la vitesse absolue d'un mouvement ou sa régulation à une valeur donnée et l'intégration d'une fonction d'une seule variable indépendante entre deux limites de cette variable (intégrateurs, planimètres, etc.) ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de Notes et Mémoires présentés à la Conférence de Mathématiques de l'Université de Stockholm et publiés par M. *G. Mittag-Leffler* (Hommage offert à l'Université de Montpellier à l'occasion de son sixième centenaire);

2° Une Brochure de M. *W. de Nordling*, ayant pour titre : « L'unification des heures », Communication adressée à la Société de Géographie le 21 février 1890.

M. Chambrelent prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale par suite du décès de M. *Peligot*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées pendant le mois de mai 1890 par le Service hydrographique de la Marine :

4333. Cours de la Charente.
4342. Port de Québec (Canada).
4369. Ports dans les baies de Van Fong et de Vung-Rô (Annam).
4382. Ports et mouillages à l'entrée du Firth of Clyde (Côte ouest d'Écosse).
4383. Mouillages de Flateyre et de Bildal (Islande).
4384. Baie de Penzance (côte sud d'Angleterre).
4387. Embouchure de la Guadiana (côte sud-ouest d'Espagne).
4389. Ports et mouillages sur les côtes ouest de l'Amérique centrale.
4407. (Autographie). Embouchure du Zambèze et rivière Inhamissengo (côte orientale d'Afrique).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *mars* 1890), *faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Toulouse;* par M. **E. Cosserat**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✶—★. Æ.	✶—★. Décl.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Avril 28....	*a* 3973 BD + 27°	9,4	+0.27,53	— 7.51,7	10:10
Mai 5....	*b* 4114 BD + 33	9	—0.27,93	— 2. 9,4	6:6
7....	*c* 4322 BD + 35	9,5	+0.27,59	—10.33,9	12:10
7....	*d* 4330 BD + 35	9	—0. 4,59	— 7.21,8	12:12
7....	*e* 4324 BD + 35	9,5	+0. 8,57	— 9.18,7	12:12
7....	*c* 4322 BD + 35	9,5	+0.24,77	— 8.50,3	12:12
14....	*f* 3855 BD + 41	8	+0.18,16	— 7.51,5	12:12
14....	*g* 3856 BD + 41	6	+0. 9,17	+10.15,4	12:12
14....	*f* 3855 BD + 41	8	+0.12,84	— 5.38,7	12:12

Positions des étoiles.

Dates 1890.	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 28......	*a*	21. 1.59,25	—0,23	27.47.44,5	—15,8	Rapp. à 3970 BD + 22°
Mai 5......	*b*	20.54.45,72	+0,04	33.27.55,5	—16,4	1687 W_2 H. 20
7......	*c*	20.51.19,55	+0,14	35.14.55,2	—16,5	BD
7......	*d*	20.51.51,15	+0,13	35.12.28,4	—16,5	1610 IV_2 H. 20
7......	*e*	20.51.36,37	+0,14	35.14.57,9	—16,5	BD
7......	*c*	20.51.19,55	+0,14	35.14.55,2	—16,5	BD
14......	*f*	20.37.49,90	+0,50	41.36.55,5	—16,6	BD
14......	*g*	20.37.57,89	+0,50	41.19.22,4	—16,6	3258 Groombridge
14......	*f*	20.37.49,90	+0,50	41.36.55,5	—16,6	BD

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 28	12.49.48	21. 2.26,55	$\bar{1},683_n$	27.39.37,0	0,714
Mai 5	14.20.32	20.54.17,83	$\bar{1},617_n$	33.25.29,7	0,490
7	11.47.10	20.51.47,28	$\bar{1},718_n$	35. 4. 4,8	0,698
7	12. 3.27	20.51.46,69	$\bar{1},717_n$	35. 4.50,1	0,675
7	12.18.36	20.51.45,08	$\bar{1},715_n$	35. 5.22,7	0,652
7	12.32.21	20.51.44,46	$\bar{1},711_n$	35. 5.48,4	0,630
14	10.35. 1	20.38. 8,56	$\bar{1},752_n$	41.28.47,4	0,712
14	10.48.39	20.38. 7,56	$\bar{1},755_n$	41.29.21,2	0,690
14	11.29.52	20.38. 3,24	$\bar{1},756_n$	41.31. 0,2	0,616

» L'étoile de comparaison *a*, du 28 avril, a été rapportée à

$$3970\,\text{BD} + 22° = 40934\ \text{Lal.};$$

au moyen de l'équatorial, j'ai obtenu :

$\star a - \star$ 3970 BD + 22°, Æ : $+0^m 23^s,80$, Déclin. : $-10'37'',9$ par 6:6 comp.

» On a adopté pour déterminer 40934 Lal. la position moyenne suivante pour 1881,0, déduite des observations méridiennes faites à l'observatoire de Paris :

Æ : 1881,0 = $21^h 1^m 12^s,28$, Déclin. : 1881,0 = $27°56'14'',0$.

» L'observation du 28 avril a été faite avec le micromètre à étoiles doubles et l'éclairage brillant sur fond obscur. On a employé dans les observations suivantes le micromètre à comètes muni de fils de platine d'environ 10″ de diamètre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la courbe représentative des phénomènes de diffraction.* Note de M. **Ernest Cesaro**, présentée par M. Poincaré.

« La courbe employée par M. Cornu dans son ingénieuse *méthode pour la discussion des problèmes de diffraction* (*Journal de Physique*, p. 9; 1874), a été signalée sous le nom de *clothoïde*, comme offrant assez d'intérêt par elle-même, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* (p. 512; 1886). Une de ses propriétés les plus curieuses est, à coup sûr, la suivante : *le barycentre d'un arc quelconque est un centre de similitude des cercles oscula-*

teurs aux extrémités de l'arc. Il faut prendre le centre intérieur ou le centre extérieur, suivant que l'arc contient ou non le point d'inflexion. En particulier, tout arc aboutissant à un point asymptotique a son barycentre en ce point, et tout arc issu du point d'inflexion a son barycentre sur la circonférence osculatrice à l'autre extrémité. Mais cela n'a point d'utilité pour la théorie de la diffraction, et nous voulons plutôt nous attacher à montrer, ici, que certaines transformations, effectuées par M. Poincaré dans son *Cours* sur la *théorie mathématique de la lumière*, peuvent être obtenues par d'autres considérations, qui nous paraissent fournir un procédé général pour traiter toute question du même genre. Rappelons d'abord que la courbe de M. Cornu est définie en coordonnées cartésiennes par les intégrales de Fresnel

$$x = \int_0^v \cos\frac{\pi v^2}{2}\,dv, \qquad y = \int_0^v \sin\frac{\pi v^2}{2}\,dv,$$

et en coordonnées intrinsèques par les égalités

$$s = v, \qquad \rho = \frac{1}{\pi v}.$$

» Soit

$$\zeta(v_1, v_2) = R(v_1, v_2)\,e^{i\theta(v_1, v_2)}$$

l'affixe du point v_2 lorsqu'on prend pour axes la tangente et la normale au point v_1. Il est clair que $R(v_2, v_1)$ ne diffère pas de $R(v_1, v_2)$, et que l'angle des tangentes extrêmes

$$\mathfrak{S} = \int_{v_1}^{v_2} \frac{ds}{\rho} = \frac{\pi}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

est le supplément de $\theta(v_2, v_1) - \theta(v_1, v_2)$. Il en résulte que la transposition $(v_1 v_2)$ dans $e^{\frac{i\pi}{2}v^2}\zeta$ ne produit qu'un changement de signe. Il est donc naturel de poser

$$(1) \qquad e^{\frac{i\pi}{2}v_1^2}\zeta(v_1, v_2) = \int_0^\infty [f(v_1, w) - f(v_2, w)]\,dw.$$

» Il faut tâcher ensuite de déterminer la fonction f. C'est à quoi l'on parvient aisément, en remarquant que l'on a

$$(2) \qquad \frac{\partial}{\partial v_2}\zeta(v_1, v_2) = e^{i\mathfrak{S}}, \qquad \frac{\partial}{\partial v_1}\zeta(v_2, v_1) = e^{-i\mathfrak{S}}.$$

» En effet, si l'on différentie (1) par rapport à v_2, on obtient

$$e^{\frac{i\pi}{2}v^2} = -\int_0^\infty \frac{\partial}{\partial v} f(v, w)\,dw.$$

» Pour satisfaire à cette égalité, il suffit de prendre

$$f(v, w) = \frac{e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v^2}}{\sqrt{\pi}\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)}.$$

» Conséquemment,

$$\zeta(v_1, v_2) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \left(e^{-v_1^2 w^2} - e^{-v_2^2 w^2 + i\vartheta}\right) \frac{dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}}. \tag{3}$$

» Si l'on remplace v_1 par v, et qu'on fasse croître v_2 à l'infini, on retrouve l'expression de l'affixe du point asymptotique

$$\zeta(v) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{e^{-v^2 w^2}\, dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}},$$

obtenue par M. Poincaré (*loc. cit.*, p. 144). La discussion des variations d'intensité lumineuse exige la connaissance de

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \operatorname{mod} \int_0^\infty \left[e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v_1^2} - e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v_2^2}\right] \frac{dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}},$$

et celle du mode de varier des fonctions ζ. Il faut, pour cela, adjoindre aux égalités (2) les formules fondamentales de la Géométrie intrinsèque

$$\frac{\partial}{\partial v_1}\zeta(v_1, v_2) + \frac{i}{\rho_1}\zeta(v_1, v_2) + 1 = 0, \qquad \frac{\partial}{\partial v_2}\zeta(v_2, v_1) + \frac{i}{\rho_2}\zeta(v_2, v_1) + 1 = 0$$

On en déduit, par exemple, pour $dv_1 = dv_2 = ds$,

$$\frac{dR}{ds} = 2 \sin\frac{\vartheta}{2} \sin\left(\theta - \frac{\vartheta}{2}\right).$$

» L'une ou l'autre des conditions

$$\vartheta = 2n\pi, \qquad \vartheta = 2n\pi + 2\theta \tag{4}$$

est donc nécessaire pour qu'il y ait maximum ou minimum de R lors du déplacement de l'arc constant $a = v_2 - v_1$ sur la courbe. C'est le cas de la diffraction par une fente à bords parallèles. M. Poincaré n'étudie que les franges correspondant à la première des conditions (4). Une étude approximative de la distribution des autres franges est probablement possible au moyen de la formule (3). Remarquons, en tout cas, que l'intégrale (3)

peut être développée en une série indéterminée, dont les n premiers termes représentent par leur somme la fonction ζ avec une approximation dépendant de la position et de la grandeur de l'arc mobile. En faisant usage de la formule

$$\int_0^\infty w^{2n} e^{-v^2 w^2}\, dw = \frac{\Gamma(n+\frac{1}{2})}{2 v^{2n+1}},$$

et en désignant par $\varphi(v)$ et $\psi(v)$ les sommes d'un certain nombre de termes initiaux dans les séries

$$\frac{1}{\pi^2 v^3} - \frac{3.5}{\pi^4 v^7} + \frac{3.5.7.9}{\pi^6 v^{11}} - \ldots, \qquad \frac{1}{\pi v} - \frac{3}{\pi^3 v^5} + \frac{3.5.7}{\pi^5 v^9} - \ldots,$$

on trouve

$$(5)\qquad \zeta(v_1, v_2) = \varphi(v_1) + i\psi(v_1) - [\varphi(v_2) + i\psi(v_2)]e^{i\vartheta}.$$

» Malheureusement, ce procédé devient de moins en moins légitime à mesure qu'on prend plus de termes dans les deux séries, et il y a, pour tout arc, une valeur de n, permettant d'atteindre un degré d'approximation qui ne peut être surpassé. Quoi qu'il en soit, la seconde des conditions (4) devient

$$\operatorname{tang}\frac{\vartheta}{2} = \frac{\psi(v_1) - \psi(v_2)}{\varphi(v_1) + \varphi(v_2)},$$

et il est aisé de s'assurer que le second membre diffère assez peu de $\frac{1}{2}\pi a v$, v étant la distance proportionnelle du point éclairé à la ligne centrale. D'ailleurs, $\vartheta = \pi a v$. Lors donc que $\frac{1}{2}\vartheta$ est une des grandes racines de l'équation $\operatorname{tang} x = x$, on peut croire que la seconde condition (4) est près d'être remplie. C'est bien à ce résultat que parvient Verdet dans ses *Leçons d'Optique physique* (t. I, p. 272). On a donc, à peu près,

$$v = \frac{n}{a}\left(1 - \frac{4}{n^2\pi^2} - \ldots\right),$$

n étant un nombre impair très grand. »

PHYSIQUE. — *Sur l'équation caractéristique de l'azote.* Note de M. **Ch. Antoine.**

« Dans la séance du 28 avril dernier, M. Sarrau a présenté à l'Académie une formule analogue à celles qui ont été proposées par M. Van der

Waals et par Clausius pour représenter la relation entre la pression p, le volume v et la température absolue T.

» Cette équation est la suivante

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{K\varepsilon^{-T}}{(v + \beta)^2},$$

dans laquelle R, α, β, K, ε désignent des constantes spécifiques dont M. Sarrau a calculé les valeurs pour l'azote, d'après les expériences de Regnault et de M. Amagat.

» Comme la relation

$$(a) \qquad pv = D(\beta + t),$$

que j'ai proposée pour les gaz et les vapeurs, est d'un calcul plus facile, il convient de vérifier si cette formule donne des valeurs assez approchées pour rendre compte des faits d'expériences.

» Modifiant la valeur de β que j'avais d'abord proposée pour l'azote, je prendrai

$$\beta = 273{,}6 - \sqrt{p}.$$

D'après la densité de l'azote, la relation (a) donne $D = 2{,}922$, pour $p = 1$. Cette valeur paraît rester constante dans les essais de Regnault.

» Dans ces expériences, la température est d'environ 5°; les tensions H sont exprimées en millimètres de mercure,

$$\beta + t = 278{,}6 - \sqrt{p} = \frac{278{,}6\sqrt{760} - \sqrt{H}}{\sqrt{760}} = \frac{7645 - \sqrt{H}}{\sqrt{760}};$$

d'où

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{7645 - \sqrt{H}}{7645 - \sqrt{H'}}.$$

» Les rapports ainsi calculés ne diffèrent que de 1 à 2 millièmes des valeurs obtenues par Regnault.

» Les expériences de M. Amagat conduisent à admettre que, pour les grandes pressions, les valeurs de D augmentent avec la pression. En prenant les tensions comme abscisses et les valeurs de D comme ordonnées, on obtient une courbe qui tourne sa convexité vers l'axe des x, et qui peut être représentée par de nombreuses fonctions approchées.

» Soit, par exemple, la relation

$$(b) \qquad D = 2{,}830 + 0{,}00191\,p^{1,4};$$

pour $p = 33^{atm}$, on a $D = 2{,}922$. Il conviendra de conserver à D cette valeur jusqu'à cette pression de 33^{atm}.

» Dans la série d'expériences présentées à l'Académie, le 17 septembre 1888, M. Amagat a donné les rapports des volumes observés sous diverses tensions aux volumes occupés par le gaz sous la même température de 15° et sous la pression atmosphérique.

» La relation (a) donne

$$\frac{v}{v'} = \frac{D(\beta + t)}{D'(\beta' + t')} \times \frac{p'}{p};$$

pour $p' = 1$ et $t = t' = 15$, on a

$$\frac{D'(\beta' + t')}{p'} = 840.$$

				Valeurs de $\frac{D(\beta+15)}{840p}$.	
p.	β.	$\beta + 15$.	D.	Formule.	M. Amagat.
750	246,21	261,21	5,607	0,002325	0,002262
1000	241,98	256,98	6,641	0,002030	0,002032
1500	234,83	249,83	8,783	0,001742	0,001763
2000	228,88	243,88	10,999	0,001597	0,001613
2500	223,60	238,60	13,272	0,001491	0,001515
3000	218,83	233,83	15,592	0,001447	0,001446

» Dans la série des expériences qui ont été publiées, en 1881, dans les *Annales de Physique et de Chimie*, M. Amagat n'a pas fait connaître sur quel volume il a opéré.

» La vérification de la relation (a) peut se faire en calculant, d'après ces expériences, les valeurs de $\frac{pv}{D(\beta + t)}$.

» On se rapproche ainsi d'une moyenne d'environ 3,10.

» La relation (b) n'est d'ailleurs qu'une première approximation, que l'on pourra rectifier lorsque l'on aura un plus grand nombre d'expériences.

Calcul des valeurs de $\frac{pv}{D(\beta + t)}$, *d'après* M. Amagat.

Tensions.				Valeurs de $\frac{pv}{D(\beta+t)}$.				
Mètres de mercure.	Atmosphères.	β.	D.	$t = 17{,}7$.	$t = 30{,}1$.	$t = 50{,}4$.	$t = 75{,}5$.	$t = 100{,}1$.
30	39,5	267,32	2,936	3,280	3,292	3,301	3,308	3,314
40	52,6	266,34	2,976	3,241	3,247	3,273	3,283	3,282

Tensions. Mètres de mercure.	Tensions. Atmosphères.	β.	D.	Valeurs de $\frac{pv}{D(\beta+t)}$. $t=17,7$.	$t=30,1$.	$t=50,4$.	$t=75,5$.	$t=100,1$.
60	79,0	264,71	3,058	3,173	3,189	3,217	3,156	3,236
80	105,3	263,34	3,143	3,124	3,139	3,177	3,193	3,200
100	131,6	262,13	3,229	3,088	3,105	3,141	3,160	3,159
120	157,9	261,04	3,318	3,065	3,084	3,114	3,130	3,133
140	184,2	260,03	3,408	3,053	3,074	3,095	3,105	3,113
160	210,5	259,09	3,500	3,045	3,058	3,078	3,081	3,086
180	236,8	258,21	3,592	3,042	3,042	3,058	3,066	3,069
200	263,2	257,38	3,686	3,033	3,039	3,054	3,056	3,051
220	289,5	256,59	3,781	3,028	3,031	3,041	3,040	3,029
240	315,8	255,88	3,876	3,033	3,031	3,041	3,033	3,019
260	342,1	255,10	3,972	3,036	3,036	3,037	3,027	3,005
280	368,4	254,40	4,070	3,043	3,040	3,031	3,016	2,994
300	394,7	253,73	4,167	3,050	3,044	3,030	3,009	2,984
320	421,1	253,08	4,266	3,050	3,042	3,024	3,004	2,964

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électromètre balistique.* Note de M. **Gouy.**

« L'électromètre à quadrants peut être employé comme appareil balistique, si l'on supprime l'amortisseur à liquide en suspendant l'aiguille par un fil métallique. L'aiguille étant au repos, si l'on fait agir un couple C de courte durée, l'écart maximum est proportionnel à $\int C\,dt$. En appelant V la variation du potentiel en un point donné, on peut mesurer ainsi $\int V\,dt$ et $\int V^2\,dt$, en établissant les mêmes liaisons que dans les mesures statiques ordinaires.

» Supposons, par exemple, que, l'aiguille étant maintenue au potentiel V_0, un des quadrants soit relié à la terre et l'autre au point considéré, où le potentiel est nul, sauf pendant un temps très court. Soit α_1 l'écart de l'aiguille, et soit α_2 cet écart dans une seconde expérience faite de même, mais en intervertissant les quadrants; on aura, en désignant par K une constante,

$$(1) \qquad \int V\,dt = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2KV_0}.$$

» Si le point considéré est relié à la terre par une résistance R et qu'on y fasse passer une quantité Q d'électricité en un temps très court, on a,

quel que soit le coefficient de self-induction de la résistance R,

$$\int V\,dt = RQ. \tag{2}$$

» Si la résistance R est le siège d'une force électromotrice E de courte durée, par exemple si elle est constituée par une bobine d'induction, on a

$$\int V\,dt = \int E\,dt, \tag{3}$$

et la valeur de R n'intervient plus.

» Enfin, si la résistance R est dépourvue de self-induction, on a

$$\int V^2\,dt = RW, \tag{4}$$

en désignant par W l'énergie électrique dissipée dans la résistance R.

» Des expériences relatives à la formule (2) ont été faites avec un électromètre Mascart, dont l'aiguille est suspendue par un fil de platine de $0^{mm},02$ de diamètre et chargée par une pile de 300 volts. Un microcoulomb dans un mégohm donne un écart d'environ 130^{mm}, sur une échelle à 2^{m}. La durée d'oscillation de l'aiguille est de $11^{s},6$; les oscillations s'amortissent assez rapidement par la résistance de l'air. En installant l'instrument avec quelque soin [1], les erreurs accidentelles se réduisent aux erreurs de lecture, et la formule (2) se vérifie d'une manière satisfaisante, tant que le produit de la capacité du condensateur employé, en microfarads, par la résistance R en megohms, ne dépasse pas $\frac{1}{5}$; au delà, la durée de la décharge intervient et diminue l'écart, conformément à la théorie générale des appareils balistiques.

» Ce dispositif permet donc de mesurer R, si l'on opère avec un condensateur de charge connue. La méthode peut convenir pour mesurer de grandes résistances, depuis 100000 ohms, et présente ce caractère de ne mettre en jeu qu'une très petite quantité d'électricité, ce qui permettrait d'éviter la polarisation pour des résistances liquides [2].

---

[1] On a grand avantage à protéger l'appareil contre les mouvements de l'air et les variations de température, en le couvrant d'une caisse de bois fermée par une glace parallèle.

[2] Si R est supérieur à 200 mégohms environ, l'amortissement est un peu augmenté, comme on pouvait le prévoir; il faut alors le mesurer et effectuer la petite correction nécessaire. Avec certaines valeurs de R, très supérieures à celle-ci, l'instrument devient presque apériodique; on peut mettre à profit cette remarque pour

» On peut aussi mesurer une quantité d'électricité avec une résistance R constante; l'appareil joue alors le rôle d'un galvanomètre balistique, mais peut atteindre une sensibilité supérieure en donnant à R une grande valeur. On peut ainsi mesurer des capacités très variées, sans avoir besoin de déterminer celle de l'électromètre, comme l'exigent les méthodes électrométriques statiques.

» Enfin, d'après la formule (4), l'appareil peut jouer le rôle d'un électrodynamomètre balistique.

» L'électromètre à quadrants peut donc être utilement employé, dans certains cas, comme instrument balistique, et je me propose de l'appliquer à l'étude de quelques questions relatives aux décharges électriques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le mois de mai 1890 à l'observatoire du Parc de Saint-Maur. Froid du 1er juin.* Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Mascart.

« Le mois de mai 1890 est remarquable par sa basse pression moyenne qui, à midi, a été de 753mm,65 à l'altitude de 49m,38.

» On ne trouve, dans les Tableaux de Paris depuis 1757, que le mois de mai 1856 qui a eu à très peu près la même pression et celui de 1819 qui en offre une inférieure de 0mm,2 environ.

» La température moyenne (température vraie des vingt-quatre heures) a été 14°,0, supérieure de 0°,7 à la moyenne normale.

» Ce mois est remarquable aussi par ses 12 jours d'orage, dont le dernier, celui du 25, a été violent et accompagné de grêle grosse comme des noix, sur la partie nord-ouest de Paris. Au Parc de Saint-Maur, nous n'avons eu ni pluie ni grêle.

» Le dimanche 1er juin, le thermomètre à minima, sous l'abri, à 2m au-dessus du sol, est descendu à 2°,7; le thermomètre à alcool à minima, à boule peinte en vert, posé sur l'herbe, a atteint 3°,3 au-dessous de zéro au lever du Soleil; nos gazons étaient tout couverts de gelée blanche. La Marne vers 6h30m du matin, au moment de son minimum, ne s'est pas

---

ramener plus rapidement l'aiguille au repos après une mesure. Le même principe pourrait être appliqué à créer un amortissement dans l'électromètre pour son usage statique, en reliant les quadrants aux conducteurs étudiés par de grandes résistances de valeur convenable.

abaissée au-dessous de 17°,15, offrant ainsi une température de 14°,5 plus haute que celle de l'air et de 20°,5 plus haute que celle du sol.

» Nous avions déjà vu de la gelée blanche au Parc le 10 juin 1881, avec un minimum de 2°,1 sous l'abri. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination du poids moléculaire au point critique.* Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], j'ai montré qu'on pouvait fixer la grandeur du poids moléculaire d'un corps au point critique au moyen de la relation

$$M = 1,8 \frac{\varkappa}{R},$$

M étant le poids moléculaire; $\varkappa$ le coefficient critique (ou rapport de la température critique absolue à la pression critique); R le pouvoir réfringent spécifique, donné par la formule de MM. Lorentz et Lorenz.

» 2. J'ai indiqué également que, abstraction faite de la réfraction spécifique, on pouvait aussi calculer *a priori* le coefficient critique d'un corps au moyen de *coefficients atomiques critiques* déterminés. Je publie aujourd'hui les valeurs les plus probables de quelques-uns d'entre eux :

Pour un atome de carbone	1,35
» d'hydrogène	0,57
» d'oxygène simplement lié	0,87
» » doublement lié	1,27
» de chlore	3,27
» de brome	4,83
» d'azote simplement lié	1,60
» » triplement lié	1,86
» de phosphore simplement lié	3,01
Pour une double liaison entre deux atomes C	0,88
» triple » »	1,03

» *Le coefficient critique d'un composé étant égal à la somme des coefficients critiques des atomes*, on voit, par exemple, que, pour l'acétylène, cette constante donnée par le calcul serait égale à $2 \times 1,35 + 2 \times 057 + 1,03 = 4,9$. La valeur déduite de l'expérience $= 310 : 68 = 4,6$ (Ansdell).

---

[1] *Comptes rendus*, 20 janvier 1880.

» Sans être rigoureusement exactes, les valeurs calculées le sont cependant assez pour que l'on puisse toujours choisir, entre les divers multiples d'une formule, celui qui correspond à la vraie grandeur moléculaire d'un corps au point critique. Les quelques exemples suivants en font foi :

	κ calculé.	κ observé (1).
Méthane CH^4	3,6	3,5
Méthylamine CH^3AzH^2	5,8	5,9
Chlorure d'éthyle C^2H^5Cl	8,8	8,4
Acétone CH^3COCH^3	8,7	9,7
Alcool propylique $C^2H^5CH^2OH$	9,5	9,9-10,6
Éther éthylique $C^2H^5OC^2H^5$	12,4	11,7-12,5
Valérianate d'éthyle $C^4H^9CO^2C^2H^5$	19,6	18,4

» 3. J'ai cherché à appliquer au cas d'un mélange les résultats qui viennent d'être établis. M'appuyant, d'une part, sur la proportionnalité entre le coefficient critique et la réfraction moléculaire et, d'autre part, sur les lois connues relatives au pouvoir réfringent d'un mélange de plusieurs corps, j'ai été conduit à énoncer la proposition suivante :

» *Le coefficient critique d'un mélange formé de plusieurs molécules différentes est très approximativement égal au coefficient critique moyen du mélange moléculaire.*

» Quelques expériences de M. Van der Waals et de MM. Ramsay et Young permettent de vérifier cette règle :

» I. Mélange de $45^{vol}CO^2 + 4^{vol}Az^2 + 1^{vol}O^2$:

Coefficient critique calculé :	*a.* par les coefficients atomiques.	4,0
»	*b.* par les coefficients critiques des gaz constituant le mélange	3,9
Coefficient critique déduit de l'expérience	298 : 77,5 =	3,8

» II. Mélange de $7^{vol}CO^2 + 3^{vol}HCl$:

Coefficient critique calculé :	*a.*	4,0
»	*b.*	3,9
Coefficient critique observé :	304,6 : 90	4,5

(1) Valeurs déduites des observations diverses de MM. Dewar, Nadesjdine, Olzewski, Ramsay et Young, Sajotschewski, Vincent et Chappuis, Wroblewski. On trouvera d'autres vérifications dans un Mémoire plus complet destiné aux *Annales de Chimie et de Physique*.

» III. Mélange de 63^{mol} $C^2H^5OH + 37^{mol}$ $(C^2H^5)^2O$:

Coefficient critique calculé :	*a*..............................	9,9
»	*b*..............................	8,8
Coefficient critique observé :	492,5:51,25..................	9,6

» Les valeurs calculées ne peuvent être qu'approchées, mais elles sont toujours assez voisines des valeurs observées pour permettre de décider s'il y a ou s'il n'y a pas combinaison des corps en présence. Ainsi, dans le cas du troisième exemple relatif au mélange d'alcool et d'éther dans des proportions voisines de 6 molécules C^2H^5OH et 4 molécules $(C^2H^5)^2O$, il est évident qu'au point critique ces deux corps ne sont pas combinés, car le calcul donnerait pour valeur du coefficient critique des diverses combinaisons possibles :

Pour $C^2H^5.OH + (C^2H^5)^2O$..............	$\varkappa = 19,0$
Pour $2C^2H^5.OH + (C^2H^5)^2O$..............	$\varkappa = 26,0$
Pour $C^2H^5.OH + 2(C^2H^5)^2O$..............	$\varkappa = 30,9$

valeurs qui sont toutes bien supérieures au nombre 9,6 donné par l'expérience.

» 4. Le chlorure de phosphonium fournit une application intéressante des règles précédentes. Son coefficient critique, calculé au moyen des coefficients donnés plus haut, est égal à 8,6. Or M. Van t'Hoff a trouvé par expérience $323,5:80 = 4,0$. Il faut en conclure que le chlorure de phosphonium, stable sous pression et aux basses températures, ainsi que l'a démontré M. Ogier, est complètement décomposé au point critique en $PH^3 + HCl$, le coefficient critique calculé de ce mélange étant en effet $8,6:2 = 4,3$, de même que l'on conclut à la décomposition totale du chlorure d'ammonium en $AzH^3 + HCl$, lorsqu'on trouve pour densité de vapeur le nombre 0,89 au lieu de 1,89 indiqué par la théorie.

» On le voit, ces résultats présentent une grande analogie avec ceux que l'on peut déduire de la considération des densités de vapeur et de la cryoscopie, car la simple comparaison des valeurs du coefficient critique, telles qu'elles sont données par le calcul et par l'expérience, suffit non seulement pour déterminer la grandeur du poids moléculaire au point critique, mais encore pour constater s'il y a ou s'il n'y a pas décomposition ou condensation. A ce titre, la méthode que je propose me paraît devoir prendre place à côté de la méthode des densités de vapeur et de la méthode cryoscopique, d'autant plus que ces trois méthodes assignent en général

la même grandeur moléculaire à un même corps considéré successivement à l'état de vapeur, en dissolutions étendues et au point critique (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorosels de l'iridium et sur le poids atomique de cet élément.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« L'iridium est certainement, de tous les métaux de platine, celui qu'il est le plus difficile d'obtenir à l'état de pureté. Dans le cours de ces longues et belles recherches qu'ils ont effectuées sur le platine et l'iridium en 1874, H. Sainte-Claire Deville et H. Debray ont fait connaître un procédé de purification de l'iridium, qui, appliqué en grand par M. Matthey et contrôlé par M. Stas, a permis de préparer l'iridium destiné à la confection des étalons métriques. Les propriétés physiques de l'iridium ainsi préparé se sont trouvées très différentes de celles qui lui avaient été assignées jusque-là. C'est ainsi que la densité du métal fondu s'est élevée de 21,5 à 22,38, accusant ainsi une séparation plus parfaite qu'on ne l'avait fait encore des éléments plus légers.

» Le poids atomique de l'iridium qui, d'après les déterminations de Berzélius, était égal à 198 ($O = 16$) a été ramené à un nombre beaucoup plus faible, 193,220 pour $O = 16$ ou 192,744 pour $H = 1$, par M. Seubert en 1878 (analyse des chloroiridates). Au moment d'entreprendre quelques recherches sur l'iridium, j'ai cru devoir soumettre le poids atomique à une nouvelle vérification, et cela par l'analyse de sels différents, les chloroiridites, autant pour m'assurer de la pureté du métal que j'avais entre les mains que pour fixer le nombre que je devais faire intervenir dans les calculs.

» Le métal que j'ai mis en œuvre avait été préparé par H. Sainte-Claire Deville et Debray, ou provenait des nombreuses analyses de platine iridié à 10 pour 100 effectuées par ces savants avec le concours de M. Stas. C'est dire que ce métal avait été soigneusement debarrassé des autres métaux du platine et en particulier du ruthénium. Chaque fraction avait été soumise à un contrôle rigoureux et satisfaisait, par conséquent, aux conditions fixées par M. Stas dans son Rapport de 1879 au *Comité international des Poids et Mesures* pour l'iridium pur.

» J'ai transformé le tout (150^{gr} environ) en chlorosels de sodium par l'action du chlore sur le mélange du métal très divisé et du sel marin chauffé au rouge. Après transformation en chloroiridate, les chlorosels de

(¹) Paris, laboratoire de M. Friedel.

potassium et d'ammonium ont été précipités en poudre cristalline très ténue par l'addition d'un excès des chlorures alcalins à la liqueur bouillante; les cristaux ont été essorés à la trompe et lavés avec des dissolutions saturées et froides des chlorures alcalins jusqu'à ce que les liqueurs fussent sensiblement incolores.

» I. Les sesquichlorures doubles d'iridium ont été préparés en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans les dissolutions des chloroiridates maintenues en présence d'un excès de sel solide, à chaud, jusqu'à ce que les liqueurs aient pris la couleur vert olive caractéristique. Après séparation du soufre, l'addition d'un excès de chlorure alcalin a déterminé, par le refroidissement, le dépôt des sels à l'état cristallisé.

» Le *sesquichlorure double d'iridium et de potassium*

$$IrCl^3,\ 3KCl + 3H^2O$$

a été obtenu ainsi en larges cristaux *quadratiques* [1] d'un brun foncé ou vert olive lorsque leur épaisseur était très faible :

$$\frac{c}{a} = 1,61493;$$

faces observées : p toujours terne et d'aspect moiré, a^1 très brillant, m extrêmement petit.

» Le *sesquichlorure double d'iridium et d'ammonium*

$$IrCl^3,\ 3AzH^4Cl + H^2O$$

forme des *prismes orthorhombiques* [1] de 98°44', vert olive ou brun foncé suivant l'épaisseur :

$$a:b:c::0,8581:1:0,49459;$$

faces observées : m, e' dominants, h', g', g^3, h^3 très petits.

» Pour l'analyse, les cristaux ont été broyés à plusieurs reprises, en présence d'une quantité d'eau froide insuffisante pour les dissoudre, essorés par compression et séchés à l'air libre, puis à l'étuve à 120°. Ils perdent leur eau de cristallisation avec une extrême facilité. La réduction a été effectuée dans l'hydrogène pur, puis le mélange de Ir et de KCl refroidi dans l'acide carbonique.

» On a trouvé ainsi, par l'analyse du sel potassique :

Poids du sel sec.	Ir	Pour 100.	K Cl	Pour 100.
1,5950	0,5881 =	36,872	0,6803 =	42,652
1,6386	0,6037 =	36,842	0,7000 =	42,720
2,6276	0,9689 =	36,873	1,1231 =	42,742
Moyennes......		36,862		42,705

[1] Mesures dues à M. Dufet.

» On calcule de là, par le rapport Ir : 3KCl(3KCl = 223,224, H = 1),

$$Ir = 192,68,$$

nombre à peine différent de celui qui a été obtenu par M. Seubert, par l'analyse du sel de potassium : 193,094 pour O = 16 ou 192,611 pour H = 1.

» L'analyse du sel ammonique a fourni les résultats suivants :

Poids du sel sec.	Ir.	Pour 100.
1,5772	0,6627 =	42,017
1,6056	0,6742 =	41,990
Moyenne		42,003

» On calcule, par le rapport Ir : $3AzH^4Cl$, 3Cl ($3AzH^4Cl$, 3Cl = 266,24, H = 1),

$$Ir = 192,82,$$

nombre peu différent de celui de M. Seubert : 192,89 pour H = 1. La moyenne des deux groupes est

$$Ir = 192,75,$$

nombre qui ne diffère pas de la moyenne admise par M. Seubert

$$Ir = 192,744.$$

» II. Les chloroiridites peuvent être transformés en chloroiridates par l'action du chlore ou par l'acide azotique. On emploie l'acide azotique lorsque l'on craint la présence de l'osmium qui, par une ébullition prolongée, est éliminé à l'état d'acide osmique. Mais le chlore seul doit être employé lorsqu'on est sûr de la pureté du métal, et c'est d'ailleurs la méthode que M. Seubert a adoptée. C'est dans ces conditions seulement que l'on est certain d'obtenir un produit exempt de sels étrangers.

» En effet, j'ai observé que tous les échantillons de chloroiridate de potasse qui avaient été obtenus par précipitation dans une liqueur préalablement soumise à l'ébullition avec de l'acide azotique dégagent des vapeurs nitreuses quand on les chauffe à 440°; le chloroiridate pur reste inaltéré à cette température. Si l'on exagère l'action de l'acide azotique, on voit, en examinant les cristaux du chlorosel au microscope, que les octaèdres réguliers noirs, non transparents, de chloroiridate sont mélangés de petits cristaux octaédriques agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Les eaux mères sont roses au point de faire croire à la présence du rhodium, et laissent déposer par concentration de petits cristaux d'un rouge vermillon beaucoup plus solubles que les cristaux de chloroiridate. On peut les isoler par des cristallisations fractionnées qui ne les altèrent pas.

» Le poids de matière pure que j'ai eue jusqu'ici à ma disposition était trop faible pour qu'il me fût possible d'en faire une analyse complète. Cependant les réactions et le mode même de formation, identique à celui qui m'a permis de préparer les chlorures nitrosés du ruthénium, indiquent que l'on a affaire à une combinaison du même genre, soit

$$IrCl^3(AzO), 2KCl.$$

» Chauffé à 440° dans le vide, ce composé dégage du bioxyde d'azote mélangé d'azote, en même temps qu'un peu de chlore dû à une réaction secondaire; en repre-

nant par l'eau, on dissout un mélange de chloroiridite et de chloroiridate, et il reste un résidu de bioxyde bleu, stable en présence de l'eau seule; les cristaux sont ramenés à l'état de chloroiridate quand on évapore leur dissolution avec un excès d'acide chlorhydrique; l'ammoniaque les transforme à l'ébullition en chlorure d'une base ammoniacale jaune.

» Je me borne pour le moment à ces seules indications, me réservant de poursuivre l'étude de ces composés, qui forment une série parallèle à celle que j'ai observée pour le ruthénium, et à celle que M. Vèzes étudie en ce moment pour le platine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes de manganèse obtenus par la voie humide.* Seconde Partie : *Acide manganeux.* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'examen des nombreux modes de préparation du bioxyde de manganèse indiqués dans les livres m'a permis de comparer les produits obtenus, sous le rapport de leur richesse en oxygène et des propriétés acides dont ils jouissent. Je vais résumer aussi brièvement que possible les conclusions auxquelles cet examen m'a conduit.

» Il paraît à peu près impossible de préparer des bioxydes hydratés contenant exactement la quantité d'oxygène exigée par la formule MnO^2; on atteint, au contraire, assez souvent la teneur théorique dans les bioxydes cristallisés et anhydres préparés avec l'azotate de manganèse de 158° à 170° ou par l'oxydation de l'*acerdèse* entre 270° et 310°.

» Lorsqu'on veut obtenir des bioxydes dans lesquels les propriétés acides soient bien évidentes, le meilleur mode de préparation est celui qui consiste à mettre en présence des solutions fortement acides, froides et étendues d'azotate de manganèse et de permanganate alcalin. Dans ces conditions, le précipité, très divisé et fortement hydraté, représente l'acide manganeux sous sa forme la plus active.

» La difficulté que l'on éprouve à préparer des bioxydes exempts d'oxyde manganeux paraît due à une action notablement réductrice exercée sur l'acide manganeux par les agents, acides azotique et permanganique, employés à sa préparation. Les deux faits suivants sont de nature à appuyer cette supposition :

» Le manganite de potasse, résultat de la décomposition des manganates alcalins par l'acide carbonique, manganite dans lequel le métal se trouve certainement à l'état de MnO^2, traité par l'acide azotique bouillant,

laisse un résidu notablement moins oxygéné que l'acide manganeux; la décomposition de l'acide permanganique dissous, opérée soit à la température ordinaire avec le temps, soit plus rapidement à 100°, ne donne pas non plus de MnO^2, mais un suroxyde qui, à l'exemple du précédent, renferme une proportion d'oxygène inférieure de $\frac{1}{2}$ à 1 centième à la quantité théorique, 18,4 centièmes en sus du protoxyde.

» *Propriétés des bioxydes de manganèse.* — Les bioxydes hydratés et anhydres présentent dans leurs propriétés quelques différences bien tranchées. Les premiers rougissent le papier de tournesol et se combinent aux bases solubles pour former des manganites; ceux qui sont anhydres n'agissent pas sur les papiers réactifs, n'absorbent pas de bases alcalines ou alcalino-terreuses et paraissent justifier le titre d'oxydes indifférents qui a été donné en particulier à la pyrolusite.

» J'ai constaté que cette indifférence très réelle à l'égard des bases solubles et de plusieurs sels métalliques disparaît lorsqu'on met ces bioxydes anhydres, pyrolusite, polianite artificielle ou naturelle, en présence du protoxyde de manganèse hydraté : 1 équivalent de ces combinaisons finement pulvérisées, après un contact suffisamment prolongé avec un excès de protoxyde, peut en absorber $\frac{11}{10}$ à $\frac{17}{10}$ d'équivalent. On ne peut donc considérer les bioxydes de manganèse anhydres comme des oxydes indifférents dans toute la force du terme.

» L'état d'hydratation des bioxydes ne m'a paru présenter aucune fixité; que leur dessiccation ait été effectuée dans le vide ou qu'ils aient été seulement séchés à l'air, on a observé que leur teneur en eau, très différente dans les suroxydes résultant de modes de préparation variés, ne s'était pas encore montrée constante dans les produits obtenus par un même procédé.

» La température à laquelle commence la décomposition des bioxydes de manganèse est la même pour tous, anhydres et hydratés; elle est voisine de 400°.

» Les propriétés acides des suroxydes hydratés préparés à froid sont faciles à mettre en évidence et présentent les caractères suivants : en présence de solutions de potasse, de soude ou d'ammoniaque, on constate que les quantités de bases absorbées augmentent avec la concentration des solutions alcalines; au contact des eaux de baryte et de chaux, l'acide manganeux se combine à des quantités d'oxydes alcalino-terreux proportionnellement plus élevées que celles des alcalis. Cette absorption des oxydes solubles paraît ainsi dépendre de leur degré de solubilité dans l'eau ou, en

d'autres termes, de l'action décomposante plus ou moins énergique que ce liquide exerce sur les manganites qui tendent à se former.

» L'acidité des bioxydes de manganèse hydratés ne se révèle pas seulement au contact des protoxydes, elle est assez énergique pour décomposer les carbonates solubles ou insolubles, les acétates et même les sulfates. Les limites de ces décompositions des sels paraissent, en général, dépendre des quantités de chaleur qui ont été dégagées au moment de leur formation. L'expérience prouve, en effet, que le manganite produit avec l'azotate de potasse se rapproche de la formule $25(MnO^2)KO$; que le manganite obtenu au moyen de l'acétate de soude est voisin de $15(MnO^2)NaO$ et que les combinaisons formées en présence des acétates et des sulfates métalliques proprement dits varient entre $3(MnO^2)KO$ et $9(MnO^2)KO$.

» L'acide manganeux, ainsi que ses combinaisons avec la potasse exercent sur le permanganate de potasse en solution alcaline une action intéressante qui n'a pas encore été signalée.

» Une solution de permanganate potassique additionnée de $\frac{20}{100}$ de potasse pure n'éprouve pas de décomposition notable à froid ou à l'ébullition; vient-on à y ajouter de l'acide manganeux hydraté ou mieux du manganite de potasse $5(MnO^2)KO$, on observe que les précipités disparaissent peu à peu vers $100°$, et que finalement la solution devient verte sans avoir dégagé d'oxygène. La synthèse du manganate de potasse ainsi réalisée peut être attribuée à l'oxydation de l'acide manganeux aux dépens de l'acide permanganique dissous. Il est permis aussi de supposer que, dans la réaction précédente, le sel vert résulte de la combinaison du permanganate de potasse avec le manganite bibasique $MnO^2, 2KO$, de composition analogue à celle du manganite neutre de manganèse $MnO^2, 2MnO$. Ce manganite n'a pu être isolé, il est vrai, mais sa production dans l'expérience en question est possible, puisque j'ai fait voir, dans la suite de ce travail, que l'acide manganeux était capable de saturer une proportion de potasse d'autant plus grande que la solution mère était plus chargée d'alcali. Quant à recueillir ce manganite par voie humide sans l'altérer, on n'y peut songer, tous les manganites plus basiques que $5(MnO^2)KO$ étant ramenés à ce type par l'action de l'eau.

» Cette hypothèse expliquerait l'inutilité des essais tentés pour isoler l'acide manganique et, en second lieu, rendrait facilement compte de l'action exercée par l'eau et l'acide carbonique sur la solution verte du manganate. Ces deux agents, étendant les liqueurs alcalines ou saturant leur alcali libre, enlèveraient ainsi au manganite neutre la plus grande partie de

sa potasse, et, le rendant ainsi incapable de rester combiné au permanganate, causeraient la précipitation de l'acide manganeux sous la forme de manganite acide de potasse. Je me propose, du reste, de consacrer une Note spéciale à l'étude de cette synthèse des manganates alcalins. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques nouveaux iodures doubles de bismuth et de potassium.* Note de M. **Ch. Astre**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, mars 1890), je faisais prévoir que, grâce à l'emploi de l'éther acétique, on pourrait obtenir un certain nombre d'iodosels nouveaux. J'ai pu, en effet, isoler les composés suivants :

» $(BiI^3)^2,4IK$. — Pour obtenir ce produit, j'ai d'abord préparé de l'iodure de bismuth par voie humide. A cet effet, du bismuth en poudre a été ajouté à une solution alcoolique d'iode, et lorsque, grâce à l'agitation, tout l'iode libre a disparu, le dépôt brun formé a été recueilli et séché.

» L'iodure de bismuth a été ensuite dissous dans l'éther acétique et additionné d'une quantité d'iodure de potassium finement pulvérisé, telle qu'il pût se former $(BiI^3)^2,6IK$. Pour si longtemps que le mélange ait été agité, une partie de l'iodure de potassium est restée insoluble.

» Le liquide séparé et filtré sur l'amiante a fourni, à l'évaporation spontanée, des lamelles brunes quadrangulaires appartenant au système du prisme droit à base carrée. Ces cristaux sont quadratiques et positifs.

» Leur analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2,4IK$.
I	68,00	68,60
Bi	23,20	22,60
K	8,80	8,80
	100,00	100,00

» $(BiI^3)^2,3IK + 2H^2O$. — Deux molécules d'iodure de potassium pour trois atomes d'iode et un excès de bismuth ont été additionnés de 50^{cc} d'eau et agités; le mélange, abandonné pendant deux mois dans un lieu obscur, a fourni des cristaux que l'éther acétique a permis d'obtenir entièrement purs.

» La dissolution éthérée a donné, par évaporation spontanée, des aiguilles réunies en houppes autour d'un point central, constituées par des prismes quadratiques, avec modification fréquente sur les arêtes latérales donnant le prisme octogonal.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2, 3IK + 2H^2O$.
I	66,00	66,40
Bi	24,00	24,40
K	6,40	6,80
H^2O	2,80	2,40
	99,20	100,00

» $(BiI^3)^2, 6IK$. — En mêlant par trituration une molécule de nitrate neutre de bismuth, quatre molécules d'iodure de potassium et 50^{cc} d'eau, la température du mélange s'est élevée notablement, et il s'est formé une quantité considérable d'iodure de bismuth.

» La masse demi-fluide a donné par évaporation spontanée des cristaux gris métallique, qui ont été purifiés par l'éther acétique. Ce dernier liquide a fourni des lamelles rouge rubis appartenant au système clinorhombique.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2, 6IK$.
I	69,35	69,98
Bi	19,20	19,28
K	10,80	10,74
	99,35	100,00

» Les analyses ont porté, pour chacun de ces composés, sur plusieurs échantillons obtenus dans des opérations différentes, et les nombres ci-dessus sont la moyenne de résultats concordants.

» Les composés que j'ai décrits portent à cinq le nombre des iodures doubles de bismuth et de potassium connus. Ces composés peuvent être considérés comme résultant de l'union de deux molécules d'iodure de bismuth avec un nombre de molécules d'iodure de potassium variant de 1 à 6 et écrits de la manière suivante :

$(BiI^3)^2, IK$, $(BiI^3)^2, 2IK, 2H^2O$ (Nicklès),
$(BiI^3)^2, 3IK, 2H^2O$, $(BiI^3)^2, 4IK$ et $(BiI^3)^2, 6IK$.

» Ils forment donc une série naturelle qui semble indiquer l'existence de l'iodure $(BiI^3)^2, 5IK$, que je n'ai pu toutefois obtenir jusqu'à présent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'alun de soude.* Note de M. E. **Augé**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les Traités de Chimie contiennent, au sujet de l'alun de soude, un grand nombre d'erreurs. Je résume les principales dans le Tableau suivant, contenant, d'une part, les affirmations des auteurs français ou étrangers, de l'autre, la réalité des faits.

D'après les auteurs :	*D'après les faits :*
» **1.** L'alun de soude est excessivement efflorescent; il tombe en poussière au bout de quelques jours. (Tous les auteurs.)	» **1.** L'alun de soude est fort peu efflorescent; il se conserve plusieurs mois sans altération.
» **2.** Sa solubilité dans l'eau est considérable : 100 parties d'eau dissolvent 110 parties d'alun à 16° C. (Dictionnaire de Wurtz.)	» **2.** Sa solubilité dans l'eau est, à 16° C., de 51 parties d'alun cristallisé pour 100 parties d'eau.
» **3.** Quand une solution d'alun de soude a été chauffée à l'ébullition, elle perd la propriété de cristalliser. (Mussprat, Wagner, etc.)	» **3.** Une solution d'alun de soude peut bouillir indéfiniment sans perdre jamais la propriété de donner des cristaux.

» Voilà, pour ne parler que des principaux, les points sur lesquels la doctrine actuellement professée est en contradiction formelle avec les constatations auxquelles je me suis livré.

» Établissons d'abord les faits.

» Quand on concentre, avec ou sans ébullition, un mélange de sulfate d'alumine et de sulfate de soude en proportions convenables et que la densité de cette solution dépasse, à chaud, 38° Baumé, celle-ci donne, par refroidissement, une pâte amorphe dans laquelle, même au microscope, on n'aperçoit pas de cristaux. C'est là probablement ce qui a fait croire que la solution d'alun de soude, chauffée à l'ébullition, perd la propriété de cristalliser. Or, la température ne joue aucun rôle dans la formation de cette matière amorphe; sa production dépend uniquement du degré de concentration. Des solutions ayant longtemps bouilli et dont la densité

reste inférieure à 38° Baumé ne donnent pas de pâte; au contraire, des solutions n'ayant pas été chauffées, mais concentrées au-dessus de 38° Baumé, passent à l'état amorphe.

» D'autre part, cette pâte amorphe, pourvu que la température ambiante où elle se trouve soit comprise entre 7° C. et 25° C., abandonne graduellement une certaine proportion d'eaux mères et passe bientôt à l'état de cristaux dont la composition correspond rigoureusement à la formule $Al^2O^3, 3SO^3, Na^2OSO^3, 24H^2O$. La rapidité de cette transformation est en raison inverse des masses qui se transforment. Pour des couches de 5^{cm} d'épaisseur et avec une température ambiante de 15° C., la cristallisation est complète en trois jours.

» Si la température était supérieure à 28° C., la transformation en cristaux se ferait avec une lenteur extrême. Au contraire, si cette température était voisine de zéro, *il se déposerait, en même temps que de l'alun sodique, du sulfate de soude cristallisé.* La solubilité de ce dernier sel, beaucoup moindre à basse température que celle de l'alun sodique, explique cette formation simultanée. C'est aussi probablement parce que l'alun obtenu jusqu'à présent dans les laboratoires était mélangé de sulfate de soude qu'on a cru à sa très rapide efflorescence.

» De ce qui précède il est facile de déduire un procédé de fabrication industrielle de l'alun de soude d'une extrême simplicité et qu'on peut résumer ainsi :

» Concentration de la solution des deux sulfates jusqu'à une densité de 39° à 43° Baumé; transport de la pâte obtenue sur des plaques de plomb inclinées pour recueillir les eaux mères qui représentent environ un quart du poids de la matière amorphe et entraînent presque toutes les impuretés; cristallisation à la température d'environ 15° C.; essorage des cristaux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le bouquet des boissons fermentées.* Note de M. Georges Jacquemin, présentée par M. Chatin.

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, le 5 mars 1888, sur le *Saccharomyces ellipsoideus* et ses applications à la fabrication d'un vin d'orge, j'ai indiqué, en dernière page, les résultats favorables que j'avais obtenus pendant l'automne 1887, en faisant

fermenter des moûts d'orge tartarisés avec des levures de raisins de Barsac et de Sauterne, résultats qui confirmaient pratiquement l'opinion si nettement exprimée par M. Pasteur que le goût, les qualités des vins dépendent, pour une grande part, de la levure spéciale qui a présidé à la fermentation, et qu'on doit penser que, si l'on soumettait un même moût de raisin à l'action de levures distinctes, on en retirerait des vins de diverses natures. Je terminais en annonçant que ces premiers résultats m'engageaient à persévérer dans cette voie, et à varier l'expérimentation dès l'automne suivant.

» Poursuivant donc en 1888 mes recherches annoncées sur les levures de vin, j'ai fait connaître, dans une brochure imprimée à Nancy en février 1889, que les vins d'orge produits sous l'influence des levures propres aux raisins de Beaune, de Chablis, de Riquewyhr (Alsace), possédaient le bouquet caractéristique de ces crus.

» Vers la fin de 1888, j'ai livré, pour l'expérimentation, de mes levures de Chablis et de Riquewyhr à M. Quénot, de Jarville (près Nancy), qui a obtenu dès lors, industriellement, des vins de raisins secs que l'on pouvait confondre, à la dégustation, avec des vins blancs d'Alsace et de Chablis.

» Avant d'exposer la suite de mes travaux, il convient de rendre justice à deux expérimentateurs qui ont suivi la même voie, à M. Louis Marx d'abord, élève du docteur Hansen, dont la publication a paru huit mois après la mienne. Son Mémoire sur *Les levures de vin*, inséré en novembre 1888 dans le *Moniteur scientifique Quesneville*, se termine par des moyens très pratiques d'améliorer les vins en faisant fermenter les moûts par des levures spéciales, qui communiquent des *bouquets particuliers*.

» Plus tard, en juin 1889, M. Rommier, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, a indiqué aussi la possibilité de procurer le bouquet d'un vin de qualité à un vin commun, en faisant fermenter le moût avec une levure ellipsoïdale provenant d'un meilleur cru.

» Pendant l'automne 1889, j'ai élevé des levures de raisins d'Ay en Champagne, de Beaune, de Chablis, de Barsac, et fait servir ces levures à la fabrication du vin d'orge. Les expériences, pour chacune d'elles, ont été exécutées sur 60 hectolitres de moût dans une des brasseries qui fabriquent le gerstenwein en Allemagne.

» A l'occasion de ces recherches, j'ai fait une remarque : pendant la période d'épuisement que l'on fait subir à la levure à conserver, en la faisant vivre dans de l'eau pure sucrée à 10 pour 100, elle n'en développe pas moins son bouquet caractéristique. L'eau sucrée décantée, qui con-

tient très peu d'alcool de fermentation, constitue un liquide d'une saveur délicieuse, dont le bouquet est exalté, une véritable sève de champagne, de bourgogne, etc.

» Or l'expérience décrite dans le travail de M. Rommier, qui consiste à distiller les liquides fermentés sous l'influence de ces diverses levures, et à recueillir des eaux-de-vie de bouquets différents, n'est que la *confirmation* de mon expérience.

» Je termine en rappelant que je signalais encore, dans mon résumé, un fait destiné à achever la démonstration de l'exactitude de la proposition de M. Pasteur. J'ai élevé dans du moût d'orge, préparé comme je le dis, de la levure de pommes, extraite des lies d'un foudre de cidre, et j'ai communiqué ainsi au produit fermenté la saveur propre au cidre. J'ai obtenu un cidre d'orge dont j'ai donné la composition moyenne et indiqué les propriétés. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le mode de formation des monstres omphalocéphales et sur la dualité primitive du cœur dans les embryons de l'embranchement des Vertébrés.* Note de M. **Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« La production des monstres omphalocéphales est le résultat le plus curieux et assurément le plus inattendu de mes expériences tératogéniques. Dans ces monstres, la tête paraît sortir par l'orifice ombilical, et le cœur, tantôt simple et tantôt double, est situé sur la région dorsale de l'embryon, exactement comme la hotte sur le dos d'un portefaix.

» Lorsque j'ai rencontré ces monstres pour la première fois, il y a vingt-huit ans, l'état de l'Embryogénie, à cette époque, ne me permettait pas de comprendre leur mode de formation, et spécialement le changement de position du cœur et sa situation au-dessus de la région dorsale.

» Les recherches d'Embryogénie normale que j'ai faites à cette occasion m'ont conduit à découvrir, en 1866, le mode de formation du cœur par la conjugaison, sur la ligne médiane, de deux blastèmes primitivement distincts, et le mode de formation de la région antérieure du mésoderme, celle qui s'étend au-dessous et en avant de la tête, par deux prolongements antérieurs des lames latérales, prolongements d'abord séparés, mais qui viennent s'unir sur la ligne médiane. La connaissance de ces faits m'a donné l'explication de l'omphalocéphalie.

» Dans cette monstruosité, la tête, qui occupe la partie moyenne du bord antérieur du mésoderme, s'infléchit de haut en bas et d'avant en arrière, et pénètre dans la cavité du jaune, le long de la gouttière abdominale. Elle est toujours plus ou moins arrêtée dans son développement.

» Cette inflexion de la tête a pour résultat de maintenir l'écartement primitif des deux prolongements antérieurs des lames latérales du mésoderme. Or c'est à la partie inférieure de ces prolongements, des deux côtés de la tête, que se produisent les deux blastèmes cardiaques. Alors ces blastèmes se développent isolément, en produisant deux cœurs distincts, parfaitement reconnaissables par leurs battements.

» Dans certains cas, les prolongements antérieurs des lames latérales du mésoderme continuent à s'accroître, malgré l'interposition de la tête, et viennent se réunir au-dessus d'elle, au lieu de se réunir au-dessous, comme dans l'état normal. Alors, les blastèmes cardiaques pourront s'unir et formeront un cœur unique, mais placé sur la région dorsale de l'embryon.

» J'ai signalé ces faits dès 1877. Le nombre considérable de monstres omphalocéphales que j'ai pu soumettre à mes études m'a permis de suivre pas à pas les différentes phases de cette monstruosité. Or, dans ces derniers temps, les expériences de M. Warynski ont pleinement confirmé l'exactitude de la théorie que j'avais déduite de mes observations. Il a produit directement des monstres omphalocéphales, en abaissant dans le jaune la tête d'embryons très jeunes, à l'aide d'un petit scalpel à tranchant émoussé. Remis en incubation, ces embryons devenaient omphalocéphales.

» M. Warynski suppose que la cause de l'omphalocéphalie est une pression exercée sur la tête de l'embryon par la coquille de l'œuf. Serait-ce la cause qui fait que l'omphalocéphalie n'existe que chez les Oiseaux, tandis qu'on ne l'a jamais rencontrée chez l'Homme et chez les Mammifères, dont l'embryon n'est entouré que de membranes molles et plus ou moins flexibles?

» Toutefois, cette explication de l'omphalocéphalie, toute exacte qu'elle était, restait insuffisante. En effet, dans l'état normal, le cœur, formé par la réunion des deux blastèmes cardiaques, est situé dans une cavité, la chambre cardiaque, cavité qui se produit dans l'épaisseur de la paroi antérieure du pharynx, par la séparation des deux feuillets, ectodermique et entodermique, qui la constituent. Comment se fait-il que le cœur unique ou les deux cœurs des omphalocéphales soient en dehors de la chambre cardiaque?

» Pendant longtemps, je n'ai pu répondre à cette question, parce que je m'efforçais de retrouver le pharynx et la chambre cardiaque dans ces monstres omphalocéphales. Mais, j'ai fini par reconnaître que le pharynx et la chambre cardiaque font défaut chez ces monstres, qui sont complètement privés de l'intestin antérieur. La tête, infléchie de haut en bas et d'avant en arrière, s'engage dans la gouttière abdominale, où elle est bordée latéralement par les deux replis des splanchnopleures, qui sont le point de départ du mésentère, et dont elle empêche l'union sur la ligne médiane. Cette union se produit au delà de la tête, et ainsi se forme la paroi supérieure de l'intestin dans les régions moyenne et postérieure du corps.

» Ainsi s'expliquent tous les faits de l'omphalocéphalie. Dans mes premières études sur cette monstruosité, j'avais cru pouvoir la considérer comme une hernie ombilicale de la tête. Cette désignation n'exprimait qu'une apparence, puisque l'absence de l'intestin antérieur entraîne nécessairement l'absence de l'ombilic.

» L'omphalocéphalie se rattache, comme on vient de le voir, au mode de formation du cœur et à sa dualité primitive. Cette dualité, découverte par moi chez les Oiseaux, a été constatée dans l'embryon du Lapin par MM. Hensen et Kœlliker, et dans l'embryon de plusieurs poissons osseux par MM. Kupffer et Henneguy. Si on ne l'a pas découverte, jusqu'à présent, dans toutes les classes de l'embranchement des animaux vertébrés, c'est que son existence n'a qu'une très courte durée et qu'il est fort difficile de rencontrer des embryons à ce moment précis de leur existence. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des collections de Malacologie au Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **Edmond Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'aménagement dans les nouvelles galeries du Muséum des collections de Malacologie était une occasion de refondre le classement de ces collections. Il était indispensable, pour donner à ce travail une valeur durable, de combler un certain nombre de lacunes que présentait la Science relativement à l'organisation des Mollusques. J'ai partagé la tâche entre plusieurs de mes élèves. En ce qui concerne le groupe si important des Gastéropodes prosobranches, M. Bouvier a étudié le système nerveux; M. Félix Bernard, les dépendances du manteau; M. Rémy Perrier, l'appareil rénal, ses rapports avec le péricarde et l'appareil circulatoire. M. Ménégaux a entrepris des recherches analogues sur les Mollusques lamellibranches.

De cet ensemble coordonné de travaux comparatifs est résultée la classification que j'ai appliquée à la collection du Muséum, qui ne comprend pas moins de 67 935 coquilles de Prosobranches. Empruntant tour à tour les caractères de cette classification aux branchies, au cœur, aux reins, au système nerveux, enfin à l'appareil digestif, j'ai cherché à lui faire remplir les conditions d'une classification naturelle. La collection de Malacologie du Muséum comprend les espèces fossiles et les vivantes. Une classification qui représenterait à la fois les résultats des recherches paléontologiques et ceux des recherches anatomiques serait plus près de la perfection que celle qui ne représenterait que l'une ou l'autre de ces données. J'ai essayé d'imprimer à la collection du Muséum ce double caractère, et la disposition adoptée permettra de juger un jour de la valeur de la doctrine de la descendance. Les dénominations usitées pour désigner les subdivisions de la classe des Gastéropodes ne font, en général, allusion qu'aux caractères fournis par l'appareil respiratoire ou par la *radula*. La même forme de dénomination est parfois appliquée à une sous-classe (*Prosobranches*), à un ordre (*Pectinibranches*), à un sous-ordre (*Zygobranches*) ou même à un genre (*Pleurobranches*). Cette nomenclature expose à des confusions et donne l'impression d'un système artificiel. Dans la collection du Muséum, les dénominations adoptées sont empruntées aux différents systèmes organiques.

» Les types de Prosobranches qui, dans la nature actuelle, représentent les formes les plus anciennes de ce groupe, ont, comme les Lamellibranches, deux oreillettes au cœur, deux reins, souvent deux branchies; le ventricule du cœur traversé par le rectum, une commissure nerveuse labiale; ils manquent d'appareil copulateur, et leur coquille est ordinairement revêtue d'une nacre irisée et brillante comme celle d'autres Mollusques de type ancien (Aviculidæ, Nautilidæ). Nous avons appliqué à ces Prosobranches, désignés souvent sous les noms de *Scutibranches* (Cuvier) ou d'*Aspidobranches* (Schweigger), la dénomination de *Diotocardes*, à laquelle Mörch, en 1859, avait donné une signification beaucoup trop étendue. Chez les Diotocardes, il peut y avoir deux reins de même structure (*Fissurella*), deux reins de structure dissemblable (*Haliotis*, *Turbo*, *Trochus*) ou un seul rein (*Nerita* et genres voisins); d'où leur division en *Homonéphridés*, *Hétéronéphridés*, *Mononéphridés*, différente de celle qui est adoptée dans les Ouvrages les plus récents. On faisait jusqu'ici des *Patellidæ* des *Scutibranches docoglosses*. Mais le cœur des *Patellidæ* est tout autrement

construit que celui des autres Mollusques (Paul Bert); ces animaux constituent, dans la collection du Muséum, le sous-ordre des *Hétérocardes*. Le sous-ordre des *Monotocardes* correspond aux Pectinibranches des auteurs. La considération du système nerveux (Bouvier), celle du rein (R. Perrier) concordent avec la structure de la *radula* pour permettre de diviser les Monotocardes en *Ténioglosses* (Ténioglosses et Ptenoglosses de Troschel) et *Sténoglosses* (Rhachiglosses et Toxiglosses); les caractères de la région buccale et ceux des reins s'accordent pour justifier la répartition des Ténioglosses en trois groupes bien délimités par M. Bouvier et que j'ai introduits dans la classification du Muséum : ceux des *Rostrifères* à mufle contractile et à rein unilobé; des *Proboscidifères* à mufle rétractile, à rein divisé en deux lobes de même structure; les *Semi-Proboscidifères*, à rein divisé en deux lobes de structure dissemblable. Les Sténoglosses sont un groupe des plus homogènes. Leur division en Rhachiglosses et Toxiglosses était déjà considérée comme artificielle par M. Bouvier. L'étude de l'appareil rénal a montré que les anciens Toxiglosses peuvent demeurer réunis, mais il faut y joindre les *Volutidæ*, les *Olividæ* et les *Marginellidæ*, ainsi que très probablement les *Concholepas;* au contraire, les *Harpidæ* ont été reportés auprès des *Buccinidæ* (Rémy Perrier). Les résultats des recherches de M. Félix Bernard, et en premier lieu ceux qui sont relatifs à la fausse-branchie, concordant avec les précédents, ces modifications dans la systématique ont pu être de même immédiatement adoptées.

» La collection des Prosobranches du Muséum, ainsi remaniée, entièrement exposée pour la première fois, permet de mettre immédiatement en évidence les rapports naturels des divers groupes de Mollusques, tels que conduit à les concevoir l'ensemble des recherches précédemment rappelées, faites à mon instigation et sous mes yeux. Elle met en relief quelques traits remarquables de l'évolution paléontologique des Gastéropodes. Les représentants actuels des plus anciens de ces animaux sont beaucoup moins asymétriques et plus près des Lamellibranches que les représentants des formes plus récemment apparues. A mesure que des formes modifiées apparaissent, la nacre perd son éclat, les ganglions nerveux se différencient plus nettement, des connections directes (Zygoneurie) s'établissent entre eux; mais avant que ces phénomènes se produisent, une des branchies a avorté, ainsi que l'un des organes de Spengel; peu à peu les deux reins, d'abord inégaux, prennent une structure différente; puis l'un deux avorte (*Neritidæ*) ou se fusionne à ce point avec le

plus développé qu'il semble n'en être plus qu'une dépendance (Monotocardes); l'apparition d'un appareil copulateur et finalement la disparition d'une oreillette du cœur coïncident avec cette transformation. Les Prosobranches carnivores (Sténoglosses), dont l'apparition a été relativement tardive, se font remarquer par le développement de leur siphon respiratoire qui détermine le prolongement en gouttière ou l'échancrure de l'ouverture de leur coquille, et par le perfectionnement de leur organe de Spengel; mais ils partagent ces caractères avec une partie des Ténioglosses.

» La collection des Polypiers, qui comprend environ 5000 spécimens, a été également classée de manière à faire concorder la succession paléontologique de ces animaux avec leurs modifications graduelles. Ce travail a été confié à M. Félix Bernard, aide naturaliste. J'ai appliqué la même méthode aux Échinodermes (3000 spécimens). Satisfaisantes dans leur ensemble, les collections malacologiques du Muséum présentent des lacunes qu'il importerait, pour l'honneur de la Science française, de faire disparaître. Pour cela, nous demandons à l'Académie la permission de faire ici appel à la bonne volonté des naturalistes et des voyageurs qui portent intérêt à nos collections nationales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des feuillets blastodermiques chez les Géphyriens tubicoles* (Phoronis Sabatieri, *nov. sp.*). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les facilités d'étude offertes par la Station zoologique de Cette et l'abondance des matériaux m'ont permis d'examiner, avec toute la précision désirable, les premiers phénomènes du développement des *Phoronis Sabatieri*, et surtout le mode de formation des feuillets blastodermiques. C'est à élucider ce processus évolutif que je me suis attaché de préférence, car il constitue le fait capital de toute embryogénie; et j'ai ainsi complété les observations déjà anciennes effectuées par un certain nombre d'auteurs, notamment par Kowalewsky.

» L'ovule fécondé subit une segmentation totale fort régulière, et l'on suit tous les passages depuis la bipartition primordiale jusqu'au stade 32; la jeune morula, composée de trente-deux blastomères, ne possède point encore de cavité centrale, et les divisions cellulaires se sont effectuées suivant toutes les directions. A dater de ce moment, la plupart des seg-

mentations seront radiales, et un petit blastocèle commencera à apparaître pour grandir peu à peu ; la morula se transforme ainsi par degrés en une blastula creusée d'un blastocèle dont le diamètre égale environ l'épaisseur du blastoderme. Cette épaisseur est la même dans toute l'étendue du blastoderme, qui est constitué par une seule couche de cellules cylindriques assez larges. La blastula jeune est sphérique, ou peu s'en faut, et, par suite, le blastocèle est également sphérique ; cet aspect ne persiste pas. La blastula s'aplatit latéralement, prend d'abord une forme ovalaire, puis discoïdale ; il en est de même pour le blastocèle. Ensuite, lorsque la blastula présente l'aspect d'un disque aplati sur deux faces et constitué par deux couches cellulaires que sépare l'étroit blastocèle, elle se déprime en son centre, et revêt en premier lieu l'aspect d'une cuvette ; puis, cette dépression devenant de plus en plus profonde, la blastula s'incurve et se transforme en un corps globuleux, dont le centre est occupé par la dépression qui ne cesse point de communiquer avec le dehors par un orifice assez large.

» L'embryon est arrivé alors au stade gastrula. Cette gastrula ne provient pas de l'invagination d'une partie du blastoderme dans la cavité blastocélienne, mais de l'incurvation du blastoderme entier. Comme la blastula s'était aplatie avant de subir toutes ces modifications, chacune des faces du disque blastulaire répondait à une moitié du blastoderme total; la moitié qui limite immédiatement la dépression centrale devient le mésendoblaste ou endoderme primitif, et la seconde moitié, placée en dehors de la première, produit l'ectoblaste; la dépression elle-même n'est autre que l'archentéron. Le blastocèle se rétrécit beaucoup pendant que ces processus s'effectuent; aussi l'ectoblaste n'est-il séparé du mésendoblaste que par un espace fort étroit.

» L'ouverture qui fait communiquer l'archentéron avec le dehors, ou blastopore, est d'abord située à l'un des pôles de la gastrula; elle ne tarde pas à devenir excentrique par suite d'un accroissement plus intense d'une des régions du corps de l'embryon. Ce corps est ainsi divisé en deux parties; l'une préorale ou placée en avant du blastopore, et l'autre postorale ou placée en arrière. Lorsque la région postorale a acquis une taille suffisante pour donner à la larve entière la forme d'un ovale allongé, la région préorale grandit de façon à surplomber le blastopore. En même temps, l'ectoblaste entier se couvre de cils vibratiles, qui permettent à la jeune larve de se déplacer quelque peu.

» Les deux feuillets blastodermiques primitifs des Célomates, l'ectoblaste et le mésendoblaste, sont seuls représentés jusqu'ici; il existe pourtant dans l'étroit blastocèle un petit nombre de cellules épaisses, provenant du mésendoblaste, et formant un mésenchyme primaire. Plusieurs modifications vont intervenir ensuite, et donner à la larve sa structure définitive, précédant son changement en *Actinotrocha*. L'archentéron se perce d'une seconde ouverture, située vers l'extrémité de la région postorale, et qui lui permet de communiquer avec l'extérieur; cette seconde ouverture devient l'anus de l'*Actinotrocha*, et le blastopore persiste pour former la bouche. Les cellules ectoblastiques qui garnissent le sommet de la région préorale s'allongent beaucoup et produisent ainsi une petite plaque céphalique. Enfin, les cellules du mésendoblaste voisines de l'anus prolifèrent, de manière à engendrer un petit nombre d'éléments qui parviennent dans le blastocèle; ces éléments sont les initiales mésoblastiques. Ces initiales donnent naissance, en se segmentant, à quelques cellules mésenchymateuses qui vont se joindre aux autres, et à deux amas compacts qu'il est permis de considérer comme des bandelettes mésoblastiques. Le mésendoblaste s'est donc scindé en un endoblaste qui continue à entourer l'archentéron, et un mésoblaste qui va poursuivre son évolution dans la cavité blastocélienne.

» Dans son ensemble, le développement des feuillets blastodermiques chez les *Phoronis* rappelle donc celui que l'on est habitué à trouver chez les larves du type *Trochophora;* le nombre des initiales mésoblastiques, supérieur à deux, montrerait seul un indice d'infériorité, et permet d'admettre que la dualité des initiales chez les Trochozoaires est la simplification d'une pluralité primordiale, semblable à celle qui existe chez les larves de certains Plathelminthes. »

BOTANIQUE. — *Sur la castration androgène du* Muscari comosum *Mill. par l'*Ustilago Vaillantii *Tul., et quelques phénomènes remarquables accompagnant la castration parasitaire des Euphorbes*. Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« I. L'altération, par l'*Ustilago Vaillantii* Tul., des fleurs stériles qui forment la houppe terminale de l'inflorescence du *Muscari comosum* Mill. a été signalée depuis longtemps, mais d'une manière inexacte, par M. Gro-

gniot ([1]); c'est avec raison que M. Giard, dans une Note récente ([2]), a fait des réserves sur l'interprétation donnée par ce botaniste et soupçonné qu'il s'agissait ici d'une castration parasitaire.

» On sait, en effet, que, dans les pieds sains du *M. comosum*, les fleurs de la houppe sont absolument dépourvues d'étamine et d'ovaire, les plus extérieures seules pouvant présenter des traces à peine visibles de ces organes.

» Or, dans les plantes envahies par l'*Ustilago*, la houppe terminale existe, mais plus ou moins modifiée : si la plante est fortement atteinte, la plupart des fleurs de cette houppe, surtout les extérieures, sont envahies par le parasite; leur corolle est, comme celle des fleurs complètes, pleine de spores; mais, si l'on enlève, avec soin, cette masse pulvérulente, on constate la présence d'étamines aussi volumineuses que celles des fleurs complètes formant le reste de l'inflorescence. Ces fleurs mâles ustilaginisées sont déformées; leur pédicelle est plus court, plus épais, plus étalé qu'à l'ordinaire; un examen superficiel peut alors faire croire à l'absence de la houppe normale, ce qui explique l'erreur dans laquelle est tombé Grogniot; on trouve, du reste, tous les intermédiaires entre les houppes complètement transformées et celles où quelques-unes seulement des fleurs extérieures sont atteintes, les pédicelles des autres fleurs conservant les caractères de longueur, de minceur, de coloration et de direction des pédicelles des fleurs stériles des plantes saines.

» D'autre part, il n'y a pas retour complet de ces fleurs stériles à l'état normal : la fleur mâle ustilaginisée reste toujours de petite taille, et je n'ai pu, jusqu'à présent, y observer d'ovaire, quoique les mycologues indiquent cet organe comme un de ceux dans lesquels l'*Ustilago* produit ses spores.

» C'est donc bien un nouveau cas, remarquable par sa netteté, de castration parasitaire absolument *androgène*.

» II. La castration gonotome de l'*Euphorbia cyparissias* L. par l'*Æcidium* de l'*Uromyces Pisi* de Bary est aussi bien connue; cependant, l'examen

---

([1]) *Plantes cryptogames-cellulaires du département de Saône-et-Loire*, p. 159; 1863 : « L'*Ustilago* empêche, dit-il, le développement des houppes qui couronnent les fleurs. »

([2]) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 3e série, 2e année, fascicules I-IV, p. 156; 1889.

de nombreux sujets, parmi lesquels plusieurs portaient des fleurs, malgré la présence du parasite, m'a permis de constater des faits intéressants résumés dans les conclusions suivantes :

» 1° Outre les altérations produites dans l'appareil végétatif, élongation et épaississement de l'axe, déformation et épaississement des feuilles, etc., la présence du parasite détermine ordinairement l'avortement complet de l'inflorescence; on peut cependant rencontrer des pieds parasités fleuris, mais dont toutes les parties de l'inflorescence, axes primaires et secondaires, bractées, sépales, glandes en croissant, ovaires et styles, sont plus ou moins déformées et couvertes de péridiums et surtout de spermogonies ([1]); je signale particulièrement l'allongement et l'épaississement de l'entre-nœud situé entre les bractées et le périanthe, l'épaississement et la rigidité du pédicelle de l'ovaire, l'avortement des étamines; ce dernier fait montre que l'action abortive du parasite s'exerce principalement sur l'organe mâle.

» 2° Dans les plantes dépourvues d'inflorescence, les péridiums et les spermogonies deviennent le siège d'une sécrétion qui est produite, dans les plantes saines fleuries, par les glandes en croissant du périanthe; cette sécrétion est facile à constater dans les inflorescences, surtout à certains moments de la journée, dans des conditions favorables de milieux (humidité, température, éclairage), où elle est alors révélée, même à distance, par une forte *odeur miellée* tout à fait caractéristique; cette odeur devient vireuse quand la plante est arrachée et conservée à l'obscurité. Or, les pieds d'Euphorbes dépourvus d'inflorescence, mais couverts de péridiums et de spermogonies ([2]), donnent une sécrétion identique, présentant les mêmes caractères, les mêmes variations d'intensité et d'odeur, survenant sous les mêmes influences que celles qui modifient la sécrétion des glandes en croissant. Il est superflu d'ajouter que les Euphorbes saines, non fleuries, ne présentent rien de semblable. C'est là, croyons-nous, un fait très remarquable; car, aucun des rôles que l'on a attribués aux nectaires ne peut être invoqué ici, fécondation par les insectes, nutrition du fruit ou

---

([1]) Quand le parasite développe des appareils reproducteurs dans les fleurs, ce sont surtout des spermogonies qui apparaissent, ainsi que je l'ai constaté pour les sépales et les carpelles des Euphorbes, les sépales pétaloïdes des *Anemone nemorosa* et *ranunculoides*.

([2]) J'ai vu le même phénomène sur des pieds d'*Euphorbia cyparissias* et d'*E. verrucosa* ne portant que des spermogonies.

des ovules; cette sécrétion par les spermogonies nous paraît être une sorte de *fonction-témoin*, conservée pour répondre à une habitude physiologique de la plante et s'effectuant par un appareil reproducteur parasitaire, qui supplée ainsi la glande absente, siège normal de la fonction. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la syénite éléolithique de Montréal (Canada) et sur les modifications de contact endomorphes et exomorphes de cette roche.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« Au cours d'une mission au Canada effectuée en 1888, j'ai eu l'occasion d'étudier les roches éruptives qui se trouvent dans les calcaires du silurien inférieur de Montréal. Ces derniers (*Chazy* et *Trenton formations*) sont percés tout d'abord par des *diabases amphiboliques et micacées* et des *gabbros à olivine*. Ces roches sont à grands éléments et possèdent une structure ophitique des plus nettes; dans quelques-unes d'entre elles, postérieurement à la cristallisation du feldspath, il s'est développé de la *néphéline* et de la *sodalite* en grandes plages. La roche passe alors à la *teschénite* de la classification de MM. Fouqué et Michel Lévy.

» La *syénite éléolithique*, qui fait plus particulièrement l'objet de cette Note, est postérieure à ces roches basiques. Les unes et les autres, tout aussi bien que les calcaires, sont traversées par de nombreux filons minces de roches compactes noires, de composition pétrographique différente, mais constituant une famille géologique comparable à celle des *porphyrites* du Morvan et du plateau central de la France. Ce sont des *porphyrites micacées*, des *porphyrites augitiques et micacées* avec ou sans grands cristaux de pyroxène et d'amphibole, des *porphyrites amphiboliques*, des *augitites*, enfin des *néphélinites* parfois riches en ægyrine et en zéolithes secondaires.

» Les conglomérats du silurien inférieur (*Lower Heldersberg*) de l'île Sainte-Hélène, près Montréal, renferment des galets roulés de roches analogues à ces porphyrites.

» Toutes les roches éruptives de Montréal se sont donc vraisemblablement épanchées entre le silurien inférieur et le silurien supérieur.

» La *syénite éléolithique* est, en général, à grains fins, bien que présentant des variétés pegmatoïdes à grands éléments, rappelant celles de Norvège. Les minéraux constitutifs sont : *apatite, sphène, zircon, ilménite* et *magnétite, pyroxène, amphibole* du groupe de la *barkevicite, biotite, albite,*

orthose et *anorthose, sodalite, néphéline,* ainsi que quelques minéraux rares (*œnigmatite, allanite*), parfois localisés dans les roches à grands éléments (*astrophyllite*); dans ces dernières, on trouve, en outre, fréquemment de l'*œgyrine* et divers produits secondaires formés aux dépens de la néphéline (*cancrinite, analcime, mésotype, hydronéphélite*). La sodalite et la néphéline sont souvent transformées en mica blanc secondaire, donnant lieu à des pseudomorphoses comparables à la *gieseckite*.

» Les minéraux lourds (*sphène, apatite*), puis les minéraux ferromagnésiens sont englobés par les feldspaths que moulent la néphéline et la sodalite. Le *zircon* est de formation postérieure à celle des minéraux colorés, probablement même à une partie des feldspaths. Ces derniers sont aplatis suivant g^1 (010), laissant entre eux des vides remplis par la sodalite et la néphéline. Dans certains cas, on observe plusieurs stades dans la cristallisation des feldspaths. Lorsque l'aplatissement de ces derniers minéraux s'exagère, la roche prend un aspect phonolithique. Plusieurs filons minces ont même fourni des roches difficiles à distinguer de véritables *phonolithes*.

» Au contact de ces syénites et des calcaires, on observe dans la roche éruptive des modifications endomorphes aussi bien que des actions métamorphiques subies par le calcaire.

» *Modifications endomorphes*. — La syénite s'enrichit d'ordinaire en pyroxène, s'appauvrit en amphibole. Les feldspaths tricliniques deviennent plus abondants; l'*oligoclase* domine parmi eux; du *grenat* brun rouge se développe parfois en grande quantité, ainsi que de la *cancrénite*. Consécutivement, la structure se modifie, les feldspaths tricliniques sont encore aplatis, mais ils ne sont plus enchevêtrés les uns dans les autres; ils sont moulés par un assemblage greuu d'orthose et de néphéline. Parfois, ces microlites de feldspath triclinique s'orientent parallèlement à la surface de contact, simulant une fausse fluidalité. Dans quelques cas plus rares, on observe des grands cristaux souvent brisés, disséminés dans une pâte grenue; la roche offre l'apparence d'un *microgranite*. Ces roches de contact tendent à des roches offrant deux temps distincts de consolidation.

» *Modifications exomorphes*. — Le calcaire silurien est extrêmement cristallin dans la butte du Mont-Royal, où s'observe la principale masse de la syénite éléolithique que nous étudions. De nombreuses plaques minces ont pu être obtenues, montrant le contact immédiat du calcaire et de la syénite. La ligne de jonction de ces deux roches est tantôt formée par une zone de grenats ou de cancrinite, tantôt, au contraire, par un mélange grenu de pyroxène, grenat, wollastonite, au delà duquel s'observent de

larges lamelles de calcaire moulant des grains arrondis des mêmes minéraux. L'intensité du métamorphisme, la nature et les proportions relatives des minéraux formés sont très variables à quelques centimètres de distance. On observe fréquemment des concentrations constituées exclusivement par des silicates grenus (*wollastonite*, *pyroxène*, *grenat* parfois accompagné de *feldspath* et de *perowskite* intimement associée au grenat). Ces roches présentent de remarquables analogies avec certaines *pyroxénites* des gneiss et avec les *cornes vertes* décrites par M. Michel Lévy au contact des diabases et des roches précambriennes du Beaujolais. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des produits solubles microbiens sur l'inflammation*. Note de MM. Charrin et Gamaleia, présentée par M. Bouchard.

« Il a été établi (Buchner, Bouchard) que l'intensité de la lésion locale due à un microbe est, le plus souvent, proportionnelle à la résistance de l'animal inoculé. On a en outre démontré que la richesse de cette lésion locale en leucocytes est habituellement, sauf les cas de vaccination absolue, en raison directe de cette résistance de l'animal. Dans le but d'expliquer la présence ou l'absence de ces leucocytes, suivant l'état d'immunité ou de réceptivité, des auteurs ont pensé que, dans le premier cas, les globules blancs étaient attirés par les sécrétions bactériennes, ou tout au moins accoutumés à leur action, action qui, dans le second cas, exerçait un effet de répulsion ou de paralysie.

» La propriété qu'ont les produits solubles d'empêcher la sortie des leucocytes vient d'être mise hors de doute par des expériences de M. Bouchard (*Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes*. Hommage offert à la Faculté de Médecine de Montpellier, le 23 mai 1890). Cet expérimentateur a en effet prouvé que, si l'on injecte certaines cultures stérilisées, on arrête la diapédèse. Les faits suivants viennent à l'appui de cette observation.

» Si l'on frotte avec de l'huile de croton, suivant le procédé de Samuel, les oreilles des lapins, on voit, au bout de quatre heures, de la rougeur, du gonflement, et, au bout de huit heures, une exsudation très abondante, s'accompagnant parfois de la formation de phlyctènes. Mais si, après avoir fait subir aux animaux la même préparation à l'huile de croton, on a soin de leur injecter 4 à 6 fois dans les veines, de deux heures en deux heures,

5^{cc} à 8^{cc} par kilogramme de culture pyocyanique stérilisée, aucun des phénomènes précédents n'a lieu; les altérations ne surviennent que le lendemain, si, pour cause de toxicité, l'on cesse les injections. Il en résulte que les sécrétions d'agents pathogènes donnés peuvent agir sur l'inflammation dans son ensemble, empêcher la congestion et la transsudation plasmatique, comme aussi la diapédèse.

» Les produits solubles agissent-ils directement sur les vaisseaux ou par l'intermédiaire des nerfs? Ce sont des questions que nous espérons éclaircir. Nous tâcherons également de savoir quelles sont les autres substances capables, à des degrés divers, de réaliser les mêmes effets. »

M. A. **Besson** adresse un Mémoire « sur un projet d'hélice ».

M. **Fréd. Berr** adresse une Note « sur un système de son invention pour l'arrêt des navires en marche ».

M. **Pigeon** adresse une Note « sur la cause des épidémies ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1890.

Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes; par Ch. Bouchard, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°.

Traité descriptif des maladies de la peau; par Henri Leloir et Émile Vidal. Paris, G. Masson, 1890. 2e livraison; in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Paris, 1889. *Trombes de mer; par* le Dr Bonnafont. Paris, Hôtel des Sociétés savantes; br. in-8°.

Traité de Zoologie; par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'His-

toire naturelle, fascicule Ier. Paris, F. Savy; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Entretien sur l'insubmersibilité; par Ch. Labrousse, ancien lieutenant de vaisseau. Paris, E. Capiomont et Cie, 1889; br. in-12. (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

L'unification des heures; par M. W. de Nordling. Paris, au siège de la Société de Géographie, 1890; br. in-8°.

Congrès international des Électriciens, Paris, 1889. *Comptes rendus des travaux*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Bulletin de la Société industrielle de Rouen, 18e année, n° 1. Rouen, Émile Deshays et Cie, 1890; in-8°.

Contribution à l'anatomie des races humaines; par L. Testut, professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon. (Présenté par M. de Quatrefages.) (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Dictionnaire populaire illustré d'Histoire naturelle; par J. Pizzetta. Paris, A. Hennuyer, 1890; in-4°. (Présenté par M. Blanchard.) (Renvoyé au concours du prix Jérôme Ponti.)

Traité théorique et pratique d'Électrochimie; par Donato Tommasi, docteur ès Sciences. Paris, L. Bernard et Cie, 1890; in-8°. — *Traité des piles électriques*. Paris, Georges Carré, 1890; in-8°. — *Annuaire de la Chimie industrielle et de l'Électrochimie; par* Donato Tommasi. 1re année, 1889. Paris, Bernard Tignol.

(Ces trois Volumes sont présentés par M. Schützenberger et renvoyés au concours du prix Jérôme Ponti.)

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1890.)

Notice de M. *Cornu* sur les travaux de M. *Louis Soret* :

Page 1045, première ligne de la Note, *au lieu de* 39 juin, *lisez* 30 juin.